



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

ÚSTAV SOUDNÍHO INŽENÝRSTVÍ

INSTITUTE OF FORENSIC ENGINEERING

ODBOR ZNALECTVÍ VE STROJÍRENSTVÍ, ANALÝZA DOPRAVNÍCH NEHOD A OCEŇOVÁNÍ MOTOROVÝCH VOZIDEL

DEPARTMENT OF EXPERTISE IN MECHANICAL ENGINEERING, ANALYSIS OF TRAFFIC ACCIDENTS AND
VEHICLE ASSESSMENT

ANALÝZA VYBRANÝCH MANÉVRŮ CYKLISTŮ

ANALYSIS OF SELECTED MANOEUVRES OF BICYCLISTS

DIPLOMOVÁ PRÁCE

MASTER'S THESIS

AUTOR PRÁCE

AUTHOR

Bc. Kateřina Špačková

VEDOUCÍ PRÁCE

SUPERVISOR

doc. Ing. Bc. Marek Semela, Ph.D.

BRNO 2021

Zadání diplomové práce

Studentka:	Bc. Kateřina Špačková
Studijní program:	Expertní inženýrství v dopravě
Studijní obor:	bez specializace
Vedoucí práce:	doc. Ing. Bc. Marek Semela, Ph.D.
Akademický rok:	2020/21
Ústav:	Odbor znalectví ve strojírenství, analýza dopravních nehod a oceňování motorových vozidel

Ředitel ústavu Vám v souladu se zákonem č.111/1998 o vysokých školách a se Studijním a zkušebním řádem VUT v Brně určuje následující téma diplomové práce:

Analýza vybraných manévruů cyklistů

Stručná charakteristika problematiky úkolu:

Úkolem práce je teoreticky představit konstrukci jízdních kol, užití jednotlivých typů a zvláštnosti a specifika jízdy, provést měření akceleračních, brzdných a vybraných vyhýbacích manévruů pokud možno na různých površích s cílem popsat základní technické odlišnosti a vlivy na měřitelné hodnoty, vyhodnotit měření a na základě měření formulovat doporučení pro znalecké posuzování pohybu jízdních kol.

Cíle diplomové práce:

- teoreticky připravit problematiku a specifika jízdy jízdních kol
- rozlišit jízdní kola a popsat specifika ve vztahu k manévruům cyklistů
- připravit a realizovat komplexní měření vybraných jízdních manévruů cyklistů
- vyhodnotit výsledky,
- formulovat doporučení, vlivy a specifika pro znalecké posuzování nehod a jízdy jízdních kol.

Seznam doporučené literatury:

BRADÁČ, A. a kol. Soudní inženýrství. 1. vyd. Brno: Akademické nakladatelství CERM, s.r.o. Brno, 1997. ISBN 80-7204-057-X. s. 719

BURG, H., MOSER A. Handbuch Verkehrsunfall-rekonstruktion – Unfallaufnahme –Fahrndynamik – Simulation, 1. vydání 2007, Vieweg, ISBN 978-3-8348-0172-2. s. 952.

HUGEMANN, W. a rozsáhlý autorský tým. Unfall-rekonstruktion, dva svazky, 1. vydání, 2007. ISBN 3-00-019419-3. s. 1238.

KOLEKTIV AUTORŮ. Wypadki drogowe – Vademecum biegłego sadowego, wydawatelství Instytutu Ekspertys sadowych, Krakov 2010. ISBN 83-87425-32-X. s. 1094.

RIVERS, Robert W. Evidence in traffic crash investigation and reconstruction. Springfield : Charles C Thomas Publisher, 2006. str. 295. 1. vydání. ISBN 978-0-398-07644-8.

JANÍČEK, Přemysl. Systémové pojetí vybraných oborů pro techniky - hledání souvislostí. Brno : Akademické nakladatelství CERM, 2007. str. 1234. Sv. 1+2, 1. vydání. ISBN 978-80-7204-554-9.

RÁBEK, Vlastimil. Vybrané postupy analýzy dopravních nehod. Žilina, EDIS - vydavatelství Žilinské univerzity, 2009. str. 217. VPRA-SCP-2009-06-02.

ŠTIKAR, J, ŠMOLÍKOVÁ, J. a HOSKOVEC, J. Psychologie v dopravě. 1. vyd. Praha: Karolinum, 2003, 275 s. Učební texty (Univerzita Karlova. Filozofická fakulta). ISBN 80-246-0606-2.

Související právní předpisy, případně další podklady předložené vedoucím práce.

Termín odevzdání diplomové práce je stanoven časovým plánem akademického roku 2020/21

V Brně, dne

L. S.

doc. Ing. Bc. Marek Semela, Ph.D.
vedoucí odboru

prof. Ing. Karel Pospíšil, Ph.D., LL.M.
ředitel

Abstrakt

Diplomová práce Analýza vybraných manévřů cyklistů se v teoretické části zabývá historií a vývojem jízdních kol, dále jejich rozdělením, konstrukcí, analýzou nehodovosti a legislativou. Praktická část diplomové práce je zaměřena na měření pohybu jízdních kol. Konkrétně se v této části práci jedná o měření akceleraace, brzdění, příčného přemístění, jízdy obloukem a ohlédnutí jezdce před změnou směru jízdy. K měření jsou záměrně vybrána kola různých typů s odlišnými konstrukčními vlastnostmi. V závěru práce jsou jednotlivá měření vyhodnocena.

Klíčová slova

jízdní kolo; cyklista; nehodovost; akceleraace; zpomalení; jízda obloukem; příčné přemístění

Abstract

This diploma thesis Analysis of selected manoeuvres of bicyclists deals with the history and development of the bicycles, further their division of, construction, analysis accident and national legislation in the theoretical part. The practical part of the master thesis is devoted to the measurements of the bicycles. Specifically, it is about acceleration, deceleration, transverse movement, ride in the curve and looking back before changing the direction. For measuring are selected different type of bikes with different construction. The results of individual measurements are evaluated in the end of the diploma thesis.

Keywords

bicycle; cyclist; accident; acceleration; deceleration; ride in the curve; transverse movement

Bibliografická citace:

ŠPAČKOVÁ, Kateřina. *Analýza vybraných manévrů cyklistů* [online]. Brno, 2021 [cit. 2021-06-08]. Dostupné z: <https://www.vutbr.cz/studenti/zav-prace/detail/128014>. Diplomová práce. Vysoké učení technické v Brně, Ústav soudního inženýrství, Odbor znaleství ve strojírenství, analýza dopravních nehod a oceňování motorových vozidel. Vedoucí práce Marek Semela.

Prohlášení

Prohlašuji, že svou diplomovou práci na téma Analýza vybraných manévrů cyklistů jsem vypracovala samostatně pod vedením vedoucího diplomové práce a s použitím odborné literatury a dalších informačních zdrojů, které jsou všechny citovány v práci a uvedeny v seznamu literatury na konci práce. Jako autorka uvedené diplomové práce dále prohlašuji, že v souvislosti s vytvořením této diplomové práce jsem neporušil/a autorská práva třetích osob, zejména jsem nezasáhl/a nedovoleným způsobem do cizích autorských práv osobnostních a/nebo majetkových a jsem si plně vědom/a následků porušení ustanovení § 11 a následujících autorského zákona č. 121/2000 Sb., o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (autorský zákon), ve znění pozdějších předpisů, včetně možných trestněprávních důsledků vyplývajících z ustanovení části druhé, hlavy VI. díl 4 Trestního zákoníku č. 40/2009 Sb.

V Brně 11. 6. 2021

Podpis autora

Poděkování

Na tomto místě bych ráda poděkovala vedoucímu diplomové práce doc. Ing. Bc. Marku Semelovi, Ph.D. za cenné rady, ochotu spolupráce a věnovaný čas při odborných konzultacích. Dále bych chtěla poděkovat všem figurantům, kteří se zúčastnili měření, za trpělivost, ochotu a bezproblémový průběh. V neposlední řadě patří poděkování i mé rodině za podporu během celého studia.

OBSAH

ÚVOD	11
1 TEORETICKÁ VÝCHODISKA PRÁCE	12
1.1 Nehodovost	12
1.1.1 Celková nehodovost	12
1.1.2 Nehodovost cyklistů v ČR.....	14
1.1.3 Nehodovost cyklistů v sousedních státech ČR.....	17
1.1.4 Nehodovost cyklistů Brno.....	19
1.2 Vybrané nehody s cyklisty.....	21
1.2.1 Nehoda při odbočování vlevo	21
1.2.2 Nehoda na okružní křižovatce.....	22
1.2.3 Nehoda při odbočování vlevo mimo křižovatku.....	23
1.2.4 Nehoda při rozjezdu do křižovatky	23
1.2.5 Nehoda při připojování cyklisty zprava.....	24
1.2.6 Střet jízdního kola s dvěma vozidly	24
1.3 Historie jízdních kol	25
1.4 Konstrukce jízdních kol	28
1.4.1 Rám.....	28
1.4.2 Vidlice.....	29
1.4.3 Systém řazení.....	29
1.4.4 Pohonný systém.....	29
1.4.5 Brzdový systém	30
1.4.6 Kola	31
1.5 Rozdělení jízdních kol	31
1.5.1 Horské kolo	31
1.5.2 Silniční kolo	31
1.5.3 Cyklokrosové kolo.....	31
1.5.4 Hybridní kolo.....	32
1.5.5 Turistické kolo	32
1.5.6 Skládací kolo	32
1.5.7 Městské kolo.....	32
1.5.8 Krosové kolo.....	32
1.5.9 Elektrokolo.....	32
1.5.10 Tandemové jízdní kolo.....	33
1.5.11 Dráhové kolo.....	33

1.6	Vybrané manévry	34
1.6.1	<i>Rychlost a zrychlení</i>	34
1.6.2	<i>Brzdné zpomalení</i>	36
1.6.3	<i>Jízda obloukem</i>	36
1.6.4	<i>Příčné přemístění</i>	37
1.6.5	<i>Ohlédnutí před změnou směru jízdy</i>	37
1.6.6	<i>Jízda do kopce</i>	38
1.7	Právní normy	39
1.7.1	<i>Zákon č. 361/2000 Sb. Zákon o provozu na pozemních komunikacích a o změnách některých zákonů</i>	39
1.7.2	<i>ČSN EN 1078</i>	41
1.7.3	<i>Vyhláška č. 341/2014 Sb.</i>	42
1.7.4	<i>Práva a povinnosti cyklistů v sousedních zemích</i>	46
1.7.5	<i>Přestupky cyklistů</i>	47
1.7.6	<i>Návrh zákona na povinný boční odstup</i>	48
2	PRAKTICKÁ ČÁST	51
2.1	Místo měření	53
2.2	Charakteristika jezdců a jízdních kol	55
2.3	Metodika měření.....	63
2.3.1	<i>Brzdění v přímém směru</i>	63
2.3.2	<i>Akcelerace</i>	64
2.3.3	<i>Příčné přemístění dvěma oblouky</i>	66
2.3.4	<i>Jízda obloukem</i>	68
2.3.5	<i>Ohlédnutí za sebe</i>	69
2.3.6	<i>Jízda do kopce</i>	70
2.4	Vyhodnocení měření	71
2.4.1	<i>Brzdné zpomalení</i>	71
2.4.2	<i>Akcelerace</i>	77
2.4.3	<i>Příčné přemístění</i>	84
2.4.4	<i>Jízda obloukem</i>	87
2.4.5	<i>Ohlédnutí za sebe</i>	91
2.4.6	<i>Jízda do kopce</i>	92
2.5	Porovnání dosažených výsledků	95
	ZÁVĚR.....	99
	SEZNAM POUŽITÝCH ZDROJŮ	101
	SEZNAM TABULEK	105

SEZNAM GRAFŮ.....	107
SEZNAM OBRÁZKŮ.....	109
SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK A SYMBOLŮ.....	111
SEZNAM PŘÍLOH.....	112

ÚVOD

Diplomová práce s názvem Analýza vybraných manévrů cyklistů se zabývá problematikou pohybu cyklistů. Cyklistika je dostupný sport, který není věkově omezený. V současné době se cyklistika řadí mezi nejrozšířenější sporty. Jízdní kolo je využíváno nejen pro sportovní účely, ale také jako dopravní prostředek, se kterým souvisí rostoucí počet cyklistů v silničním provozu a rostoucí počet nehod, zaviněných cyklisty. To je i důvodem zpracování této diplomové práce, tedy získání údajů potřebných pro řešení dopravních nehod s účastí cyklistů. Tyto údaje, získané zkušebním měření, jsou využívány soudními znalci z oboru doprava, jelikož vstupních údajů pro posuzování dopravních nehod je stále nedostatek.

Tato práce je strukturována do dvou základních částí. První část je zaměřena na teoretická východiska práce a druhá na praktické řešení, jejíž součástí je samotné měření pohybu jízdních kol.

Teoretická část práce je nejdříve zaměřena na nehodovost cyklistů. Kapitola zabývající se nehodovostí cyklistů se nejprve zabývá obecnou statistikou nehodovosti v ČR za posledních deset let. Poté je zde uvedena statistika nehodovosti za účasti cyklistů a nejčastější příčiny těchto nehod. Nechybí ani srovnání počtu usmrčených cyklistů v ČR s jinými státy EU. Jelikož k mnoha nehodám dochází v centru větších měst, je zde uvedena kapitola nehodovosti v Brně a důraz na místa v tomto městě, kde dochází nejčastěji k nehodám s cyklisty. Další kapitola se zabývá historií a vývojem jízdních kol, jelikož dochází k rostoucí popularitě elektrokol, je zde popsán i jejich vývoj. Dále je zde zobrazena i konstrukce jízdního kola, současně s popisem jednotlivých konstrukčních částí. Následuje rozdělení jízdních kol a stručný popis jejich konstrukčních odlišností s uvedením pro jakou jízdu jsou vhodná. Další částí je představení vybraných manévrů, které již byly řešeny jinými autory. Hodnoty zmíněné v této kapitole budou dále sloužit pro srovnání zjištěných hodnot v praktické části práce. Důležitou součástí teoretické roviny práce je zmínění nejdůležitějších bodů právních norem, týkajících se cyklistů.

Praktická část práce se zabývá měřením brzdění, akcelerace, jízdy obloukem, příčným přemístěním, ohlédnutím jezdce před změnou směru jízdy a jízdou do kopce. Měření bylo rozvrženo do tří dnů, kterého se zúčastnilo celkem 7 jízdních kol, odlišných svou konstrukcí. Existuje mnoho manévrů cyklistů, které je možné měřit, měření všech manévrů by v rozsahu jedné diplomové práce nebylo možné, proto jsou zde uvedeny jen vybrané manévry.

Závěrem práce je shrnutí všech naměřených hodnot a porovnání s hodnotami naměřenými jinými autory, uvedené v teoretické části práce.

1 TEORETICKÁ VÝCHODISKA PRÁCE

Jízdní kolo je jednostopé vozidlo, které je poháněno lidskou silou a v případě elektrokol silou elektromotoru. Jízdní kolo je široce využívaným dopravním prostředkem. Dále je využíváno ke sportu či rekreaci. V dnešní době je vyráběno mnoho druhů kol, která jsou specifická svou konstrukcí.

1.1 NEHODOVOST

Tato kapitola je zaměřena na statistiky nehodovosti. Nejprve jsou zde porovnány statistiky celkové nehodovosti za poslední 10 let, tedy v letech 2010–2019. Dále jsou zde analyzovány statistiky zaměřené na nehody s cyklisty. Statistiky zaměřené na cyklisty se nejprve koncentrují na území ČR, kde jsou zobrazeny počty nehod s účastí cyklistů současně s jejich zaviněním a počtem usmrčených cyklistů. Pro přehlednost je zde uvedena mapa nehodovosti cyklistů na území ČR. Neméně důležitou záležitostí je i používání cyklistické přilby, kde je důležitá závislost jejího použití na závažnosti zranění cyklisty. Jelikož jsou měření v praktické části realizována ve městě Brně, nechybí zde ani statistika nehodovosti cyklistů v tomto městě. Potřebné statistické údaje jsou zpracovány především z webových statistik Policejního prezidia ČR.

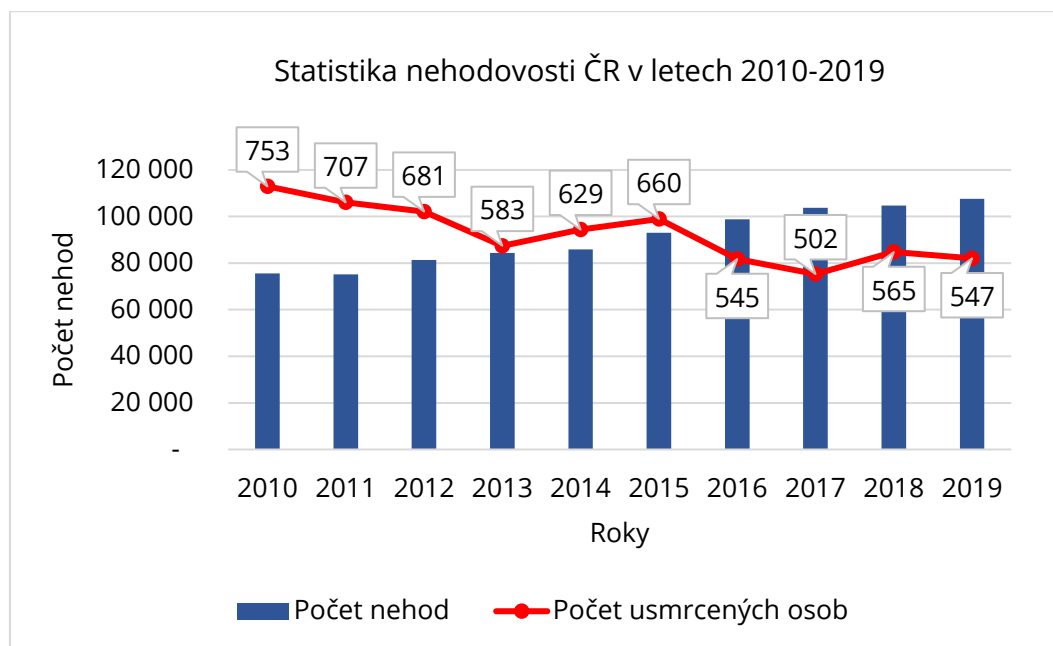
1.1.1 Celková nehodovost

V následující tabulce je zobrazen vývoj nehodovosti v ČR v letech 2010–2019. Je patrné, že za sledované období počet nehod narůstal, konkrétně o 42,43 %. Avšak počet usmrčených osob má v letech 2010 až 2013 klesající tendenci. V dalších letech 2013–2015 byl zaznamenán pomalý nárůst v počtu usmrčených osob, který v následujících letech opět klesl. Nejnižší počet usmrčených osob byl zaznamenán v roce 2017, kdy bylo usmrceno 502 osob. Z následující tabulky lze také vyčíst, že za posledních 10 let počet usmrčených osob klesl o 27,36 %. V **tabulce č. 1** je také popsán počet těžce a lehce zraněných osob. V počtu těžce zraněných osob je zaznamenán kolísavý trend. Nejvíce těžce zraněných osob bylo zaznamenáno roku 2011 a to 3092. V případě lehkých zranění byl ve sledovaném období zaznamenán nárůst o 10,76 % [5].

Tab. č. 1: Statistika nehodovosti v ČR v letech 2010–2019 [5]

Statistika nehodovosti ČR				
Rok	Počet nehod	Počet usmrcených osob	Počet těžce zraněných osob	Počet lehce zraněných osob
2010	75 522	753	2 823	21 610
2011	75 137	707	3 092	22 519
2012	81 404	681	2 986	22 590
2013	84 398	583	2 782	22 577
2014	85 859	629	2 762	23 655
2015	93 067	660	2 540	24 427
2016	98 864	545	2 580	24 501
2017	103 821	502	2 339	24 740
2018	104 764	565	2 465	25 215
2019	107 572	547	2 110	23 935

Na předcházející tabulku navazuje následující graf, ve kterém je znázorněn vývoj počtu nehod a počet usmrcených osob z těchto nehod v ČR. Z **grafu č.1** je patrné, že i když je počet nehod rostoucí, dá se říct, že počet usmrcených osob klesá. To je způsobeno především zvyšováním bezpečnosti na silnicích, příkladem je vzdělávání v oblasti bezpečnosti silničního provozu, plánování silniční sítě či vybavení vozidel systémy podpory řidiče [5].

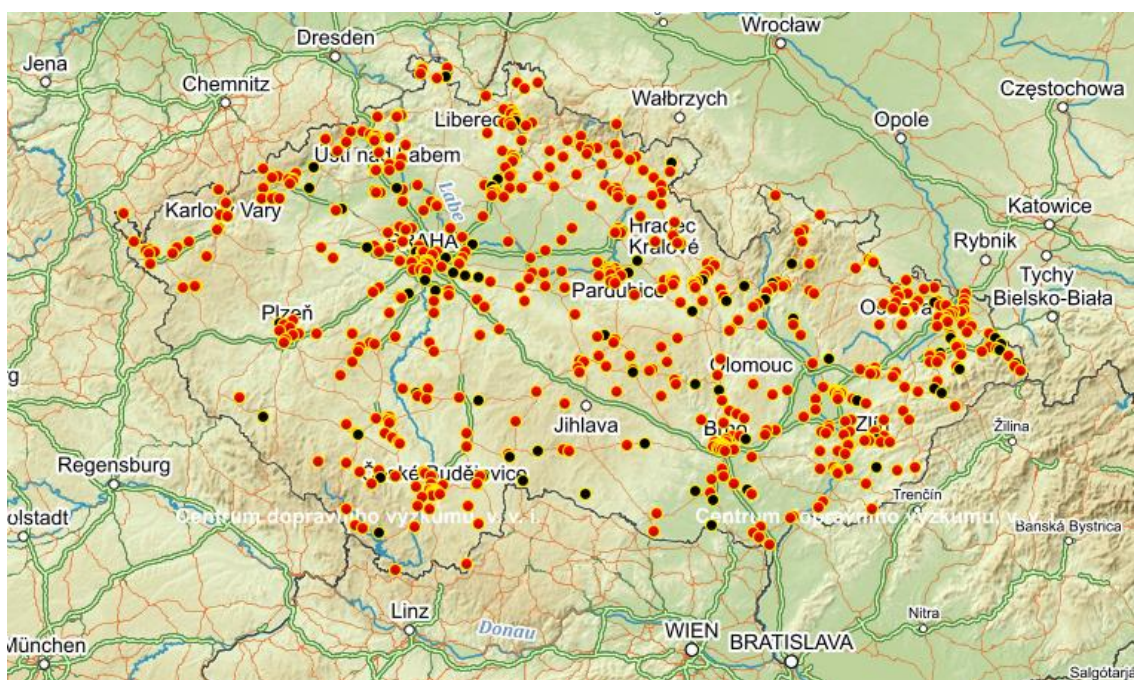


Graf č. 1: Statistika nehodovosti v ČR v letech 2010-2019 [5]

1.1.2 Nehodovost cyklistů v ČR

Jelikož je tato práce zaměřena především na cyklisty, je tato kapitola věnována přímo nehodovosti cyklistů. Statistiky nehodovosti jsou důležité z hlediska strategie národní bezpečnosti, jelikož cyklisté spolu s chodci a motocyklisty patří mezi nejzranitelnější účastníky silničního provozu. Výsledky statistik za posledních deset let poukazují na převážně klesající tendenci počtu usmrčených cyklistů. Počet usmrčených osob je jeden z nejzávažnějších problémů, jelikož jsou cyklisté jedni z nejzranitelnějších účastníků silničního provozu.

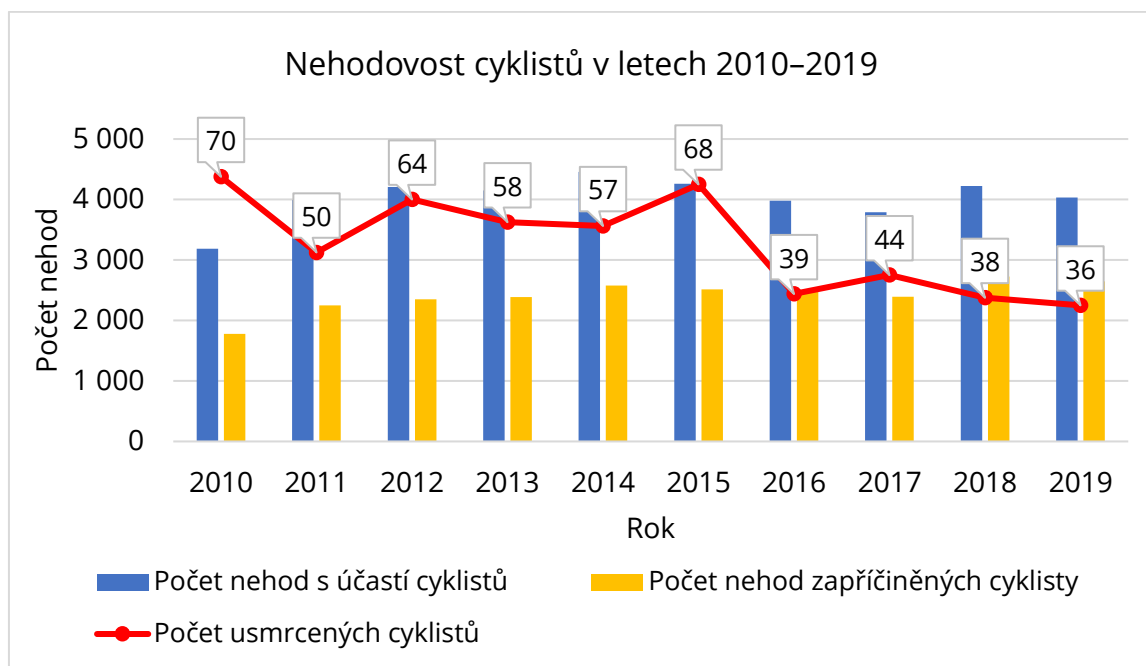
V následujícím **obrázku č. 1** je zobrazena mapa nehodovosti cyklistů v ČR v období od 1. 1. 2019 do 21. 1. 2020. Na mapě jsou znázorněni těžce zranění a usmrcení cyklisté. V uvedeném období bylo těžce zraněno a usmrceno na českých silnicích 661 cyklistů. Z toho usmrčených cyklistů bylo 78. A těžce zraněných bylo 583 cyklistů. Nehody, při níž byl cyklista usmrcen jsou na mapě znázorněny černým bodem. Pomocí červených bodů jsou znázorněny nehody, při níž byl cyklista těžce zraněn. Z mapy je patrné, že vyšší četnost nehod je zaznamenávána ve větších městech, kde je větší intenzita dopravy [27].



Obr. č. 1: Mapa nehodovosti cyklistů v ČR v období od 1. 1. 2019 do 21. 1. 2020 [27]

Graf č. 2 zobrazuje nehodovost cyklistů v letech 2010–2019. Je zde zobrazen celkový počet nehod s účastí cyklistů, počet nehod zapříčiněných cyklisty a počet usmrčených osob. Nejnižší počet usmrčených cyklistů byl zaznamenán v roce 2019 a to 36. V roce 2018 činil počet usmrčených cyklistů 38 osob. I v roce 2016 byl oproti roku předešlému zaznamenán velký pokles, a to o 43 %. Rostoucí trend v počtu nehod zapříčiněných cyklisty je způsoben zvýšeným počtem cyklistů v dopravním provozu. Nejnižší počet nehod zapříčiněných cyklisty byl v roce 2010. Oproti tomu nejvyšší byl v roce 2018,

a to 2 724 nehod zapříčiněných cyklisty. Počet nehod s účastí cyklistů vykazuje kolísavý trend. Největší počet nehod s účastí cyklistů byl zaznamenán v roce 2014, kdy došlo k 4 458 nehodám, kterých se zúčastnil cyklista. Nejnižší počet nehod s účastí cyklistů nastal v roce 2010, v tomto roce došlo rovněž k nejnižšímu počtu nehod zapříčiněných cyklisty, avšak bylo usmrceno nejvíce cyklistů za období 2010–2019 [5].



Graf č. 2: Statistika nehodovosti cyklistů v letech 2010–2019 [5]

Na předchozí graf navazuje **tabulka č. 2**, která poukazuje na rostoucí závažnost zranění bez použití bezpečnostní přilby. Tabulka shrnuje počty usmrcených, těžce zraněných a lehce zraněných cyklistů v závislosti na použití bezpečnostní přilby. Ze zobrazených hodnot vyplývá, že s použitím bezpečnostní přilby se snižuje riziko úmrtí cyklisty a jeho vážnost zranění. Cyklistická přilba snižuje riziko poranění hlavy až o 69 % [4].

Tab. č. 2: Závislost použití bezpečnostní přilby na vážnosti zranění [4]

Rok	Počet usmrcených osob		Počet těžce zraněných osob		Počet lehce zraněných osob	
	s přilbou	bez přilby	s přilbou	bez přilby	s přilbou	bez přilby
2010	7	63	76	317	544	1 752
2011	5	45	100	343	799	2 126
2012	10	54	129	337	857	2 196
2013	10	48	117	344	851	2 116
2014	11	46	132	301	976	2 281
2015	12	56	122	272	951	2 197
2016	11	28	129	288	937	2 134
2017	7	37	106	247	954	1 991
2018	8	30	136	260	1124	2 095
2019	8	28	110	199	1130	2 032

V **tabulce č. 3** jsou vyjmenovány nejčastější příčiny nehod zaviněné cyklisty v roce 2019. Mezi nejčastější problémy se řadí nezvládnutí řízení vozidla a nevěnování se řízení vozidla. Počet nehod, zapříčiněných nezvládnutím řízení vozidla byl 813. A počet nehod, při kterých se řidič plně nevěnoval řízení byl 538 nehod. Oproti tomu nejnižší počet nehod byl zapříčiněn nedodržením bezpečné vzdálenosti za vozidlem. Dalším nejčastější příčinou nehod, které jsou způsobené cyklisty, je nepřizpůsobení rychlosti dopravně technickému stavu vozovky, typicky se jedná o příliš velkou nájezdovou rychlost do ostré zatáčky. Počet nehod s uvedenou příčinou je 200. Maximální průjezdné rychlosti oblouku je věnováno měření v praktické části práce. Za zmínku stojí i nedání přednosti při vjíždění na silnic, kde cyklisté tímto jednáním způsobily 132 nehod. Přejetí do protisměru je častým přestupkem cyklistů, kteří si tak chtějí zkrátit cestu nebo se vyhnout komunikaci s vyšší intenzitou motorové dopravy.

Tab. č. 3: Nejčastější příčiny nehod zaviněné cyklisty v roce 2019 [5]

Nejčastější příčiny nehod zaviněné cyklisty v roce 2019	Počet nehod
Nezvládnutí řízení vozidla	813
Řidič se plně nevěnoval řízení vozidla	538
Nepřízpůsobení rychlosti dopravně technickému stavu vozovky	200
Jiný druh nesprávné jízdy	173
Nedání přednosti při vjíždění na silnic	132
Přejetí do protisměru	130
Nepřízpůsobení rychlosti stavu vozovky	91
Nedání přednosti upravené značkou	91
Nepřízpůsobení rychlosti vlastnostem vozidla a nákladu	68
Nedodržení bezpečné vzdálenosti za vozidlem	50

1.1.3 Nehodovost cyklistů v sousedních státech ČR

Ve statistikách cyklistů v celé EU jsou zaznamenány jen počty usmrčených cyklistů. Celkový výčet států EU s počtem usmrčených cyklistů je uveden v **příloze č. 1** této práce. V následující tabulce je stanoven počet usmrčených cyklistů v letech 2010–2018 v blízkých státech ČR. Rok 2019 a 2020 podle ETSC nebyl ještě analyzován. V **tabulce č. 4** je uvedeno srovnání počtu usmrčených cyklistů v okolních státech ČR, které jsou často cyklisty vyhledávané.

Tab. č. 4: Počet usmrčených cyklistů v okolních státech ČR v letech 2010–2018 [16]

Stát	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
ČR	70	50	64	58	57	68	39	44	38
Dánsko	26	30	22	33	30	26	31	27	28
Německo	381	399	406	354	396	383	393	382	445
Nizozemsko	162	200	200	184	185	185	189	206	228
Polsko	280	314	300	306	286	300	271	220	286
Rakousko	32	42	52	51	45	39	48	32	41
Slovensko	21	18	25	16	24	16	12	18	15
Švýcarsko	34	39	36	21	34	39	33	37	39

Podle tiskové zprávy Evropské rady bezpečnosti v dopravě od roku 2010 klesá počet usmrčených cyklistů. Avšak tento pokles klesá několikanásobně pomaleji než počet usmrčených osob v motorových vozidlech. Proto je požadováno zavedení takových opatření, která povedou k větší bezpečnosti [26].

V letech 2010 až 2018 bylo v celé Evropské unii usmrčeno 19 450 cyklistů. Průměrný meziroční pokles usmrčených cyklistů je 0,4 %. Zatímco počet usmrčených osob v motorových vozidlech klesl meziročně v průměru o 3,1 %. Pomalý pokles počtu usmrčených cyklistů je způsoben především vzestupem cyklistiky v řadě zemí EU. Proto je kladen důraz na investici do opatření, které by více

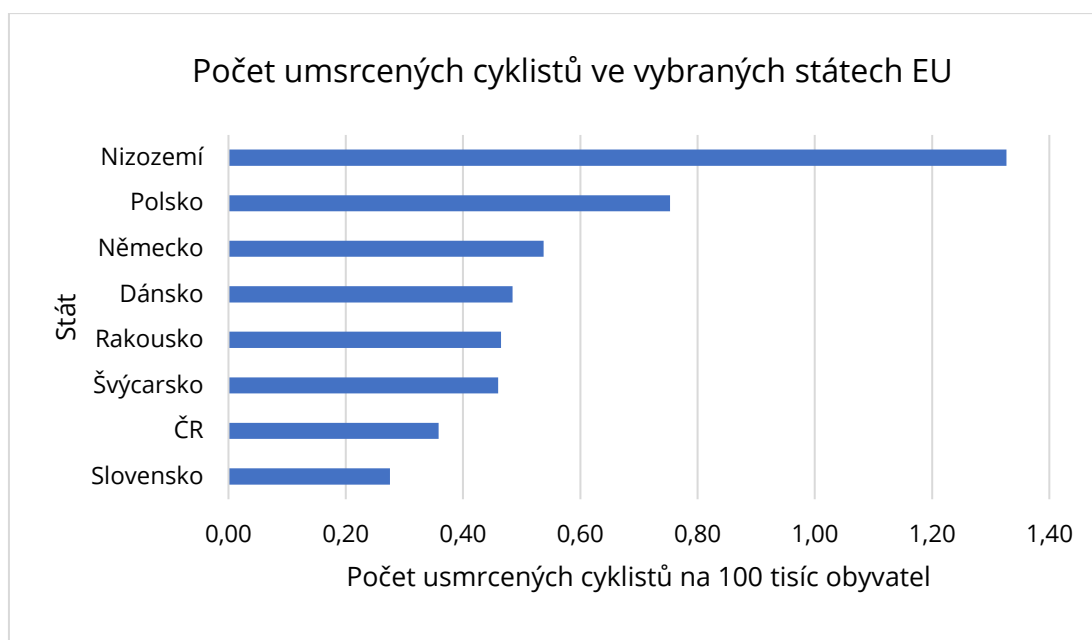
ochránili zranitelné účastníky silničního provozu. Na celkovém počtu usmrčených osob v silničním provozu představují 29 % cyklisté a chodci. Důsledkem nárazu motorového vozidla bylo v EU usmrceno na silnicích 83 % cyklistů a 99 % chodců [26].

V **tabulce č. 5** jsou vyčísleny počty usmrčených cyklistů v okolních zemích v porovnání s ČR. Hodnoty v tabulce jsou přepočítány na 100 tisíc obyvatel. Z uvedené tabulky je patrné, že nejmenší počet usmrčených cyklistů na 100 tisíc obyvatel v letech 2013–2018 má Slovensko. Pouze v roce 2012 mělo Dánsko oproti Slovensku menší počet usmrčených cyklistů, a to 0,39 na 100 tisíc obyvatel. Co se týče nejvyššího počtu usmrčených cyklistů, vykazuje nejhorší hodnoty v období 2016–2018 Nizozemsko. Z tabulky je také patrné, že Česká republika patří z dlouhodobého hlediska v oblasti počtu usmrčených cyklistů k lepšímu průměru.

Tab. č. 5: Počet usmrčených cyklistů na 100 000 obyvatel [16]

Stát	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
ČR	0,77	0,60	0,74	0,70	0,65	0,81	0,50	0,42	0,36
Dánsko	0,47	0,54	0,39	0,59	0,53	0,46	0,54	0,47	0,48
Německo	0,47	0,49	0,51	0,44	0,49	0,47	0,48	0,46	0,54
Nizozemsko	0,72	0,87	0,87	0,67	0,79	0,74	0,78	1,21	1,33
Polsko	0,73	0,82	0,78	0,79	0,75	0,79	0,71	0,58	0,75
Rakousko	0,38	0,50	0,62	0,60	0,53	0,46	0,55	0,36	0,46
Slovensko	0,39	0,33	0,46	0,30	0,44	0,30	0,22	0,33	0,28
Švýcarsko	0,44	0,50	0,45	0,26	0,42	0,47	0,40	0,44	0,46

Na předchozí tabulku navazuje **graf č. 3**, který znázorňuje počet usmrčených cyklistů na 100 tisíc obyvatel v roce 2018. Z uvedeného grafu vyplývá, že Česká republika je z uvedených států na druhém místě, co se týče nejmenšího počtu usmrčených cyklistů v přepočtu na 100 tisíc obyvatel. Česká republika měla v roce 2018 0,36 usmrčených cyklistů na 100 tisíc obyvatel. Nejhorší bilance s 1,33 usmrčenými cyklisty byla evidována v roce 2018 v Nizozemsku.

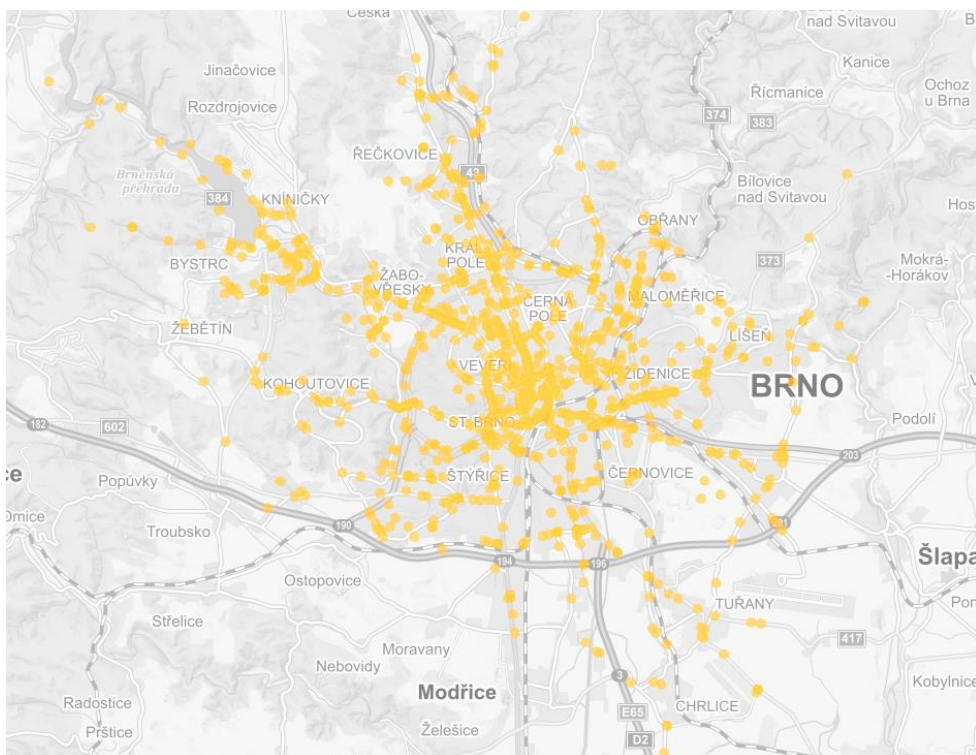


Graf č. 3: Počet usmrčených cyklistů na 100 tisíc obyvatel [16]

1.1.4 Nehodovost cyklistů Brno

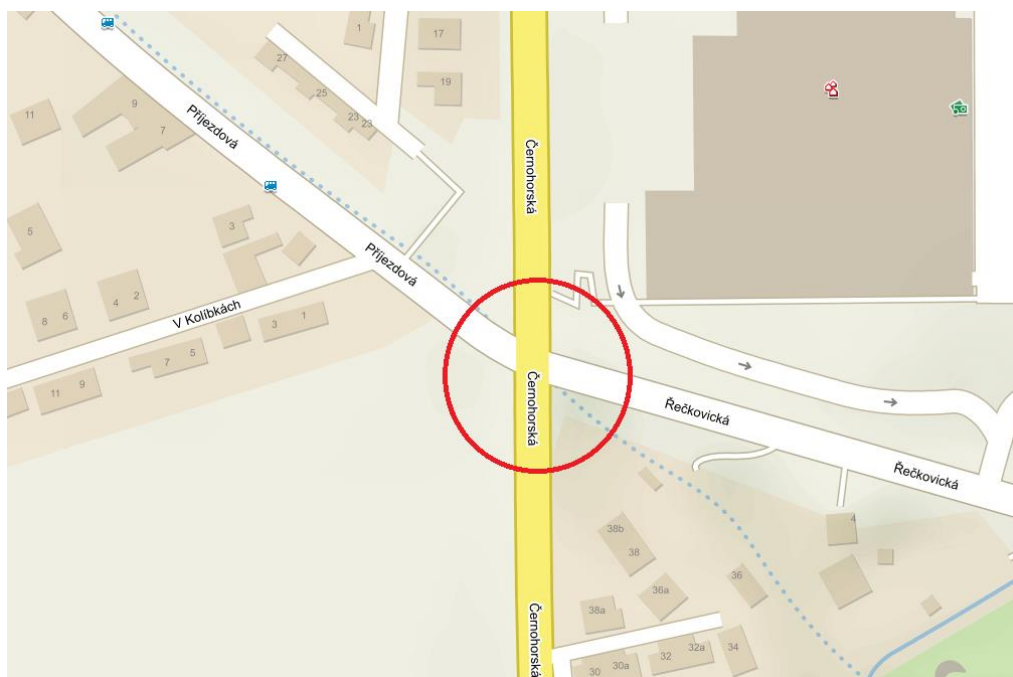
Jak bylo již zmíněno v kapitole nehodovosti v ČR, vyšší četnost nehod je zaznamenána v oblasti větších měst s vyšší intenzitou dopravy. Z tohoto důvodu je tato kapitola zaměřena na konkrétní město pro odhalení nejčastějších nehodových míst s vyšší mírou rizika.

Mezi nejčastější nehodová místa obecně patří sběrné radiální komunikace, velké okružní křižovatky, křižovatky s mnoha řadícími pruhy nebo křížení cyklostezek, která nejsou z hlediska bezpečnosti dostatečně vyřešená. Nejčastější nehodová místa jsou znázorněna na mapě v **obrázku č. 2** [18].



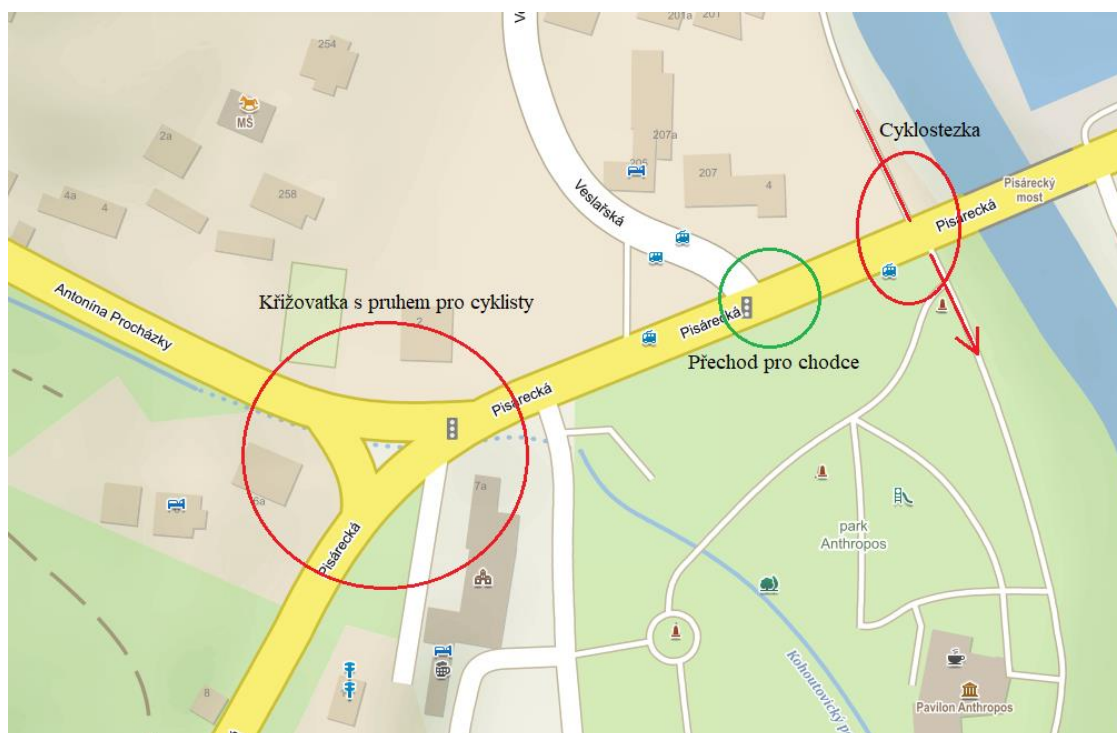
Obr. č. 2: Mapa nehodovosti v Brně [18]

Mezi rozlehlé křižovatky, na kterých došlo k mnoha nehodám s cyklisty patří křižovatka Řečkovická x Černohorská x Příjezdová. Na této křižovatce došlo v letech 2007–2018 k 12-ti nehodám. Nejčastější příčinou dopravních nehod na této křižovatce bylo nedání přednosti v jízdě. Křižovatka je znázorněna na **obrázku č. 3** [18].



Obr. č. 3: Křižovatka Řečkovická x Černohorská x Pisárecká [36]

Dalším kritickým místem, které je místem vzniku řady nehod cyklistů, je křižovatka na ulicích Pisárecká a Antonína procházky. Na tomto místě je vymezen i jízdní pruh pro cyklisty, který krátce za křižovatkou navazuje na cyklostezku vedoucí okolo Anthroposu. Na ulici Pisárecká se nachází další kritické místo pro cyklisty, důvodem je končící cyklostezka, která pokračuje na druhé straně vozovky. Přechod pro chodce, který vede přes tuto vozovku je od cyklostezky vzdálen 40 metrů. Cyklisté si proto zkracují cestu mimo tento přechod pro chodce, a to je důvodem vzniku několika nehod. Na **obrázku č. 4** je znázorněna situace na křižovatce, kde v období let 2007–2018 došlo k 13-ti nehodám [18].



Obr. č. 4: Křižovatka Pisárecká x Antonína Procházky [36]

1.2 VYBRANÉ NEHODY S CYKLISTY

Tato kapitola je zaměřena na vybrané nehody s cyklisty, které byly zpracované na základě znaleckých posudků. Podklady k následujícím nehodám byly poskytnuty vedoucím této práce. Jak vyplývá z analýzy nehodovosti, uvedené v předešlé **kapitole 1.1** této práce, mezi místa, kde dochází k nejčastějším výskytům nehod s cyklisty, patří okružní křižovatky, sběrné komunikace či křížení cyklostezek.

1.2.1 Nehoda při odbočování vlevo

Dopravní nehoda se stala na přímém úseku místní komunikace v Hodoníně, která byla široká asi 3,8 metru. V místě nehody se nacházela odbočka vlevo, v podobě travnaté cesty s vyjetými stopy od vozidel. Na uvedeném místě se cyklistka rozhodla pro odbočování vlevo, aniž by se přesvědčila

o situaci za ní a dala znamení o změně směru jízdy. Přičemž si cyklistka nevšimla, že je předjížděna osobním automobilem. Rychlost vozidla byla v rozmezí 35–40 km/h. Dle znaleckého posudku byl boční odstup při předjíždění stanoven na 0,8 metru, který byl vzhledem k malé šířce komunikace dostatečný. Následně došlo ke střetu osobního automobilu a cyklistky, kdy cyklistka narazila do pravého předního blatníku vozidla a poté upadla na komunikaci. Cyklistka utrpěla vážné zranění hlavy. Z analýzy možnosti odvrácení střetu vyplývá, že řidička vozidla měla možnost nehodě zabránit jen v případě, pokud by očekávala odbočování cyklistky vlevo na nebezpečnou komunikaci. Avšak možnost odvrátit střet měla především cyklistka, v případě, že by nezačala manévr odbočování vlevo v okamžiku, kdy byla předjížděna vozidlem [46].



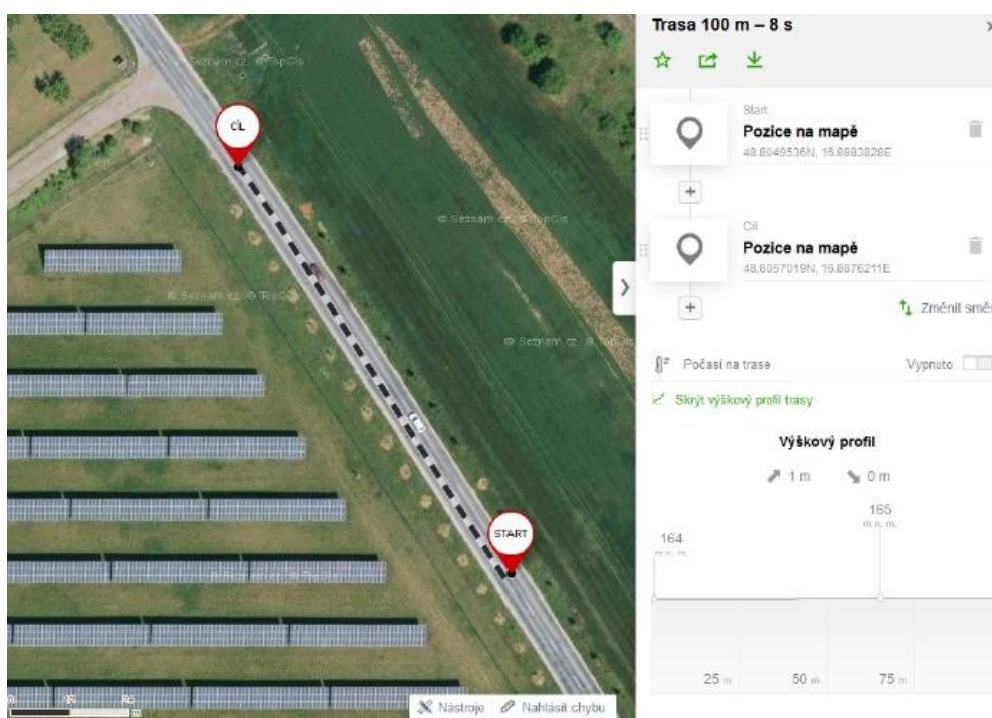
Obr. č. 5: Místo dopravní nehody Hodonín [46]

1.2.2 Nehoda na okružní křižovatce

Nehoda se stala na okružní křižovatce v Břeclavi u výjezdové větve k ulici Šilingrova. Na této křižovatce došlo ke střetu cyklistky na elektrokoře a osobního vozidla. V době dopravní nehody bylo sucho, slunečno při teplotě 28 °C. Hustota provozu byla nízká. Vozovka se nacházela v dobrém technickém stavu. Cyklistka se pohybovala na elektrokoře a vjížděla na kruhový objezd v okamžiku, kdy už se na kruhovém objezdu nacházelo vozidlo. Trajektorie pohybu cyklistky byla středem vozovky. Skrz analýzu kamerových záznamů bylo zjištěno, že rychlost cyklistky se pohybovala okolo 21 km/h a rychlost osobního automobilu okolo 30 km/h. Z analýzy možnosti odvrácení střetu vyplynulo, že primární možnost střetu zabránit měla hlavně cyklistka. V případě, že by počkala až vozidlo projede nebo by se pohybovala blíže k pravému okraji komunikace a ne středem. Řidič vozidla mohl nehodě zabránit v případě, že by na vjezd cyklistky reagoval brzděním a vyhybáním vlevo [47].

1.2.3 Nehoda při odbočování vlevo mimo křižovatku

Nehoda se stala na přímém úseku v katastrálním území obce Ladrná. Došlo zde ke střetu osobního automobilu a cyklistky. Dle analýzy nehodového děje, která byla řešena pomocí simulačního programu Virtual Crash současně s kamerovými záznamy, se před střetem cyklistka pohybovala přímo v pravé polovině jízdního pruhu. Vozidlo, jedoucí za cyklistkou a pohybující se rychlostí asi 99 km/h, začalo cyklistku předjíždět v levém jízdním pruhu. V okamžiku, kdy bylo vozidlo v levém jízdním pruhu, cyklistka zahájila manévry odbočování vlevo, ačkoliv se na daném místě nenacházela odbočka z hlavní silnice. Cyklistka před započítím manévru nedala znamení o změně směru jízdy a ani si nezkontrolovala situaci za sebou. Rychlost cyklistky byla stanovena přibližně na 10 km/h. Při analýze možnosti odvrácení střetu bylo stanoveno, že řidič vozidla neměl účinnou možnost, jak střetu zabránit, jelikož mu cyklistka svým náhlým jízdním manévrem začala křížit koridor pohybu. Cyklistka měla možnost střetu zabránit, v případě, že by před započítím jízdního manévru odbočování vlevo zkontrolovala situaci za sebou a nechala vozidlo projet [48].



Obr. č. 6: Místo dopravní nehody Ladrná [48]

1.2.4 Nehoda při rozjezdu do křižovatky

K dopravní nehodě došlo na silnici II. třídy v Pohořelicích. Došlo zde ke střetu osobního automobilu a jízdního kola. Cyklistka po nehodě utrpěla vážné poranění hlavy. Dle analýzy předstřetového pohybu se cyklistka rozjížděla z hrany účelové komunikace z nulové rychlosti, dále se pohybovala rychlostí přibližně 8 km/h. Rychlost vozidla v době střetu byla stanovena okolo 54 km/h.

Z analýzy možnosti odvrácení střetu vyplývá, že řidička vozidla by měla možnost střetu zabránit v případě předpokládání, že cyklista vjíždějící na hlavní komunikaci bude pokračovat v jízdě a řidička vozidla by současně zvolila náhlý vyhýbací manévr vlevo, směrem ke středové čáře. V tomto případě by došlo k těsnému minutí koridorů. Cyklistka měla možnost nehodě zabránit v případě, že by nevjela do jízdní dráhy vozidla, jedoucí na hlavní komunikaci, na kratší vzdálenost, než by mohla řidička vozidla zastavit [49].



Obr. č. 7: Místo dopravní nehody Pohořelice [49]

1.2.5 Nehoda při připojování cyklisty zprava

Dopravní nehoda se stala na ulici Nádražní v Břeclavi ve směru do centra na rovném úseku. Došlo zde ke střetu vozidla a elektrokola. Rychlost vozidla před střetem byla přibližně 40 km/h. Cyklista se před střetem pohyboval rychlostí přibližně 20 km/h. Na rovný úsek vjížděl cyklista obloukem z křižovatky. Vozidlo i elektrocolo jelo stejným směrem, dále došlo k nárazu pravé přední části vozidla do levé zadní části elektrokola. Řidič vozidla byl během nehody oslněn sluncem, důsledkem čehož reagoval na cyklistu před sebou opožděně. Následně došlo k pádu jízdního kola na pozemní komunikaci. Z analýzy možnosti odvrácení střetu vyplývá, že řidič vozidla měl možnost střetu zabránit, pokud by viděl cyklistu pohybujícího se před vozidlem a dodržel byl od něj bezpečný odstup. Cyklista jedoucí na elektrokole neměl žádnou možnost střetu zabránit [50].

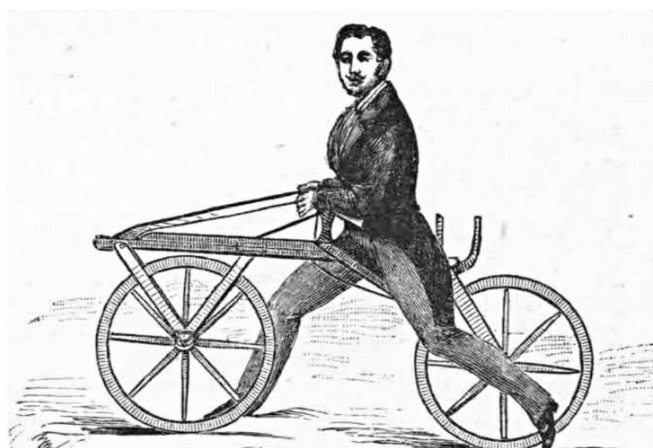
1.2.6 Střet jízdního kola s dveřmi vozidla

K dopravní nehodě došlo na ulici F. A. Gerstnera v Českých Budějovicích. Jednalo se o přehledný úsek. Jízdní kolo se pohybovalo v přímém směru rychlostí asi 10 km/h v koridoru pro cyklisty. Vozidlo stálo na místě a je zabrzděno. Při průjezdu jízdního kola kolem stojícího vozidla řidička otevřela přední levé dveře, přičemž došlo ke střetu vozidla a jízdního kola. Následně došlo k pádu jízdního kola na vozovku. Následkem pádu utrpěla cyklistka zlomeninu levé dolní končetiny. Z analýzy možnosti odvrácení střetu vyplynulo, že řidička vozidla měla možnost střetu zabránit v případě, že by nejprve

zkontrolovala situaci za sebou a nechala cyklistku na jízdním kole projet a až poté otevřela dveře vozidla. V levém vnějším zrcátku měla řidička možnost jedoucí cyklistku vidět. Cyklistka na jízdním kole neměla možnost, v okamžiku otevírání dvěří, střetu zabránit. Cyklistka mohla střetu zabránit v případě, že by se pohybovala podél zaparkovaných vozidel s větším bočním odstupem, čímž by pak ale zasahovala do jízdního pruhu v daném směru [51].

1.3 HISTORIE JÍZDNÍCH KOL

O vývoj jízdního kola se zasloužil roku 1817 lesmistr Karl von Drais. Vývoj jízdního kola byl zapříčiněn hladomorem v 19. století, kdy lidé, aby přežili, museli prodat většinu svých hospodářských zvířat. Důsledkem bylo množství dopravních problémů. Drais tehdy hledal takový dopravní prostředek, který se obešel bez hospodářských zvířat. Následně vyrobil stroj, který byl poháněn lidskou silou, nazván laufmaschine, běhací stroj, obecně nazvaný draisina. Draisův stroj měl hmotnost okolo 30 kg, byl vyroben ze dřeva. Jezdec na stroji seděl obročmo a odrážel se nohama. Draisina byla směrově otočná pomocí řídítek (přední kolo spojeno pomocí oje na čepu s příčným madlem). Brzdění bylo možné pouze šoupáním nohou o zem. Roku 1818 si Karl von Drais nechal svůj vynález patentovat [1].



Obr. č. 8: Draisina [12]

Roku 1852 proběhla významná inovace draisiny. Mnoho mechaniků se snažilo draisinu vylepšit, to se povedlo německému mechanikovi Filipu Jindřichu Fischerovi, který vymyslel pohánění stroje pomocí klik, upevněných na ose předního kola. O pár let později Pierr Michaux vylepšil konstrukci draisiny a vytvořil typ sportovního vozidla [1].

Roku 1869 pařížský mechanik Eugene Meyer nahradil dřevěnou konstrukci draisiny, konstrukcí ocelovou s podélnou listovou pružinou, na které bylo upevněno sedlo. Tato jízdní kola byla nazývána jako vysoká kola, jelikož měla přední kolo mnohem větší, než zadní. Za účelem zrychlení kola bylo nutné zvyšovat frekvenci šlapání, které mělo do určité míry svou hranici, což vedlo ke zvětšování předního kola

do maximální délky nohou jezdce. Vysoká kola měla ocelové ráfky opatřené gumovou obložkou spojené později tangenciálně zapletenými dráty, které byly zašroubované do náboje. Jako zrod brzdy, zde byla připevněna páka na řídítkách, která ovládala kovový jazýček uchycený na čepu před hlavou rámu. Brzdění, zde mělo být způsobeno třením jazýčku o gumový povrch předního kola, ten však pouze stíral nečistoty a s brzdícím účinkem to nemělo nic společného. Odporem nohou do protisměru otáčení klik bylo možné brzdě pomoci, což ale při sjezdu z prudšího kopce nebylo možné [1].



Obr. č. 9: Vysoké kolo [12]

K dalšímu vývoji kol přispěli Angličané, když použili primitivního převodu na stroji Kangaroo. U tohoto kola byl střed klik posunut dolů na prodlouženou vidlici do ložiska a převod byl převáděn dvěma hnacími řetězy na hnané kolo. Tato konstrukce dovolila opět zmenšení předního kola a posunutí jezdce vzad a dolů [1].

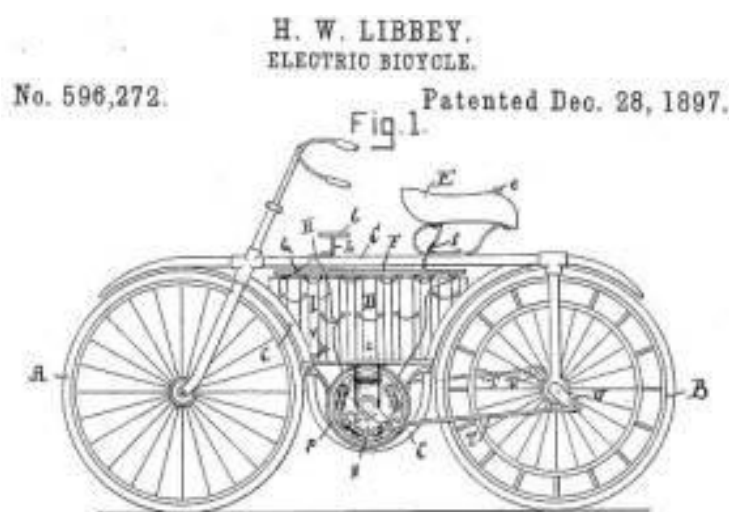
Velký obrat ve vývoji kol nastal v období 1873–1874, kdy Angličan Lawson vymyslel řetězový převod k zadnímu kolu, kdy obě kola byla stejného průměru. Tento pokrok umožnil volbu montáže libovolného převodu a posunutí sedla jezdce dozadu mezi kola. Roku 1877 byla jízda ulehčena zavedením a použitím kuličkových a válečkových ložisek do otáčivých dílů kola. Mnohem více proslavil Lawsons vývoj kola pro snadnost jízdy, které bylo nazýváno kolem bezpečným. Tato kola měla křížový rám, nižší poloha jezdce a dobré umístění sedla snižovalo riziko pádu přes přední kolo. Od roku 1879 se toto kolo vyrábělo sériově. 1880 byly doposud využívané řetězy nahrazeny řetězy válečkovými ocelovými, které jsou používány dodnes [1].

V roce 1885 James K. Safety vynalezl kolo Rover Safety, tato kola měla sedlo nad zadním kolem a trubkový rám. Tato konstrukce byla rozšířena po celé Evropě. Definitivní tvar rámu vyrobila anglická firma Humber roku 1885. Rám byl pětiúhelníkové konstrukce, vyroben z ocelových trubek. Skládal se z nepravidelného lichoběžníku a trojúhelníku. Tento tvar rámu jízdního kola je používán do současnosti [1].

Jelikož při jízdě na kole stále převládaly problémy s tlumením a otřesy vyřešil John Boyd Dunlop renesancí pneumatiky, když slepil dva kusy gumové zahradní hadice, opatřil je ventilem, zašil do plátna a nahustil. Roku 1888 si vynález nechal patentovat [1].

Od roku 1935 byly vyráběny, za účelem snížení hmotnosti, rámy z tenkostěnných, bezešvých a lehkých trubek, které byly spojovány pomocí stříbro-mosazných pájek do litých spojek. Dříve byly rámy lepeny, později byly svařovány. Později byly rámy z kovů pro závodní účely téměř vytlačeny a převážně byly používány rámy na bázi uhlíkových vláken. Za pomoci karbonových vláken byla značně snížena váha celého jízdního kola. Z počátku byla výroba karbonových rámu kol v Evropě a USA velmi drahá, později s levnou pracovní silou, zejména v Číně, bylo dosaženo prudkého zlevnění ve prospěch cyklistů po celém světě [1].

První kola, která využívají k pohonu kromě šlapání také elektromotor vznikají na konci 19. století. Prvním, kdo sestrojil elektrokolo se stal Američan Hosea W. Libbey. Kolo bylo poháněno dvojitým elektrickým motorem, který byl umístěn ve středu osy klikového hřídele. Velkou nevýhodou kola byla jeho hmotnost asi 130 kg. H. Fügner byl jeden z prvních, kteří se u nás zabývali vývojem elektrického kola. Roku 1944 vznikl prototyp, který využíval upravené dynamo Sentuilla s výkonem 150 W a napětím 24 V. Rychlost kola na rovině byla až 14 km/h a při odpojení derivačního vinutí až 36 km/h. Kapacita olověných baterií byla 75 Ah s dojezdem na rovině až 70 km. Hmotnost byla včetně baterií dosahovala 140 kg. Velký rozvoj elektrokol začíná až s ovládáním točivého momentu elektromotorů. Roku 1998 se na trhu objevují první komerční elektrokola. V roce 1998 se na trhu nachází už 49 typů elektrokol. S rostoucí produkcí vznikají elektrokola s výkonnějšími a lehčími bateriemi. Dnes jsou olověné baterie nahrazeny lehčími NiMH, Li-Ion a LiPol bateriemi, které mají kapacitu pro ujetí až 100 km [7].



Obr. č. 10: Elektrické kolo [7]

1.4 KONSTRUKCE JÍZDNÍCH KOL

Cílem této kapitoly je popsat jednotlivé části jízdního kola a seznámit se po technické stránce s jízdním kolem. Budou zde popsány nejdůležitější části jízdního kola, rám, vidlice, řazení, pohonný systém, brzdový systém a kola.

1.4.1 Rám

První důležitou částí jízdního kola, určující jeho jízdní vlastnosti je rám. Materiály používané na konstrukci rámu a jeho typ konstrukce jsou důležitou součástí, která odlišuje kola různých výrobců. Například pro sportovní účely je důležitá vysoká tuhost rámu pro maximální přenos energie kola na pohyb kola. V současné době se používá několik materiálů pro výrobu rámu [10].

Obvyklým materiálem je **ocel**, která se využívá nejen pro výrobu rámu, ale také vidlic, představců, řídítek a dalších částech kola. Největší výhodou tohoto materiálu je vysoká životnost a značná schopnost pohlcovat vibrace a rázy. Mezi další výhody se řadí malá mechanická únava a dobrá cenová dostupnost. Nevýhodou ocelových rámu je jejich hmotnost a nízká tuhost v krutu, což při jízdě do kopce představuje pohlcení části energie šlapání. Materiálem, který vylepšuje fyzikální vlastnosti oceli legováním je chrom-molybdenová ocel. Její vlastnosti jsou obdobné jako u oceli, ale jsou zde použity tenkostěnné trubky, které výrazně snižují hmotnost rámu [10].

Stále častěji používaným materiálem se stává **hliník**, tedy spíše jeho slitiny. Hliník se vyznačuje nízkou hmotností a vysokou tuhostí. Nevýhodou tohoto materiálu je snížený komfort jízdy, způsobená menším tlumením rázů a vibrací a menší životnost. Hliníkové rámy se nachází jak na levnějších kolech pro volný čas, tak i na kolech závodních [10].

Titan je materiál s ideálními vlastnostmi, nízkou hmotností, vysokou tuhostí a dobrými absorpčními vlastnostmi. Zásadní nevýhodou tohoto materiálu je vysoká cena a složité výrobní technologie. Rámy z titanu jsou používány především u silničních závodních kol [10].

Karbon je materiál, u kterého je zaznamenáván prudký rozvoj. Jeho hlavní předností je nízká hmotnost a schopnost tlumit nárazy a vibrace. Oproti oceli je karbon lehčí a pevnější. Maximální pevnost rámu je u tohoto materiálu dosažena ve směru vláken, proto každý kolmý náraz na směr vláken může způsobit jejich protržení [10].

Mezi další materiály, využívané při výrobě rámu, se snahou neustále zlepšovat jízdní vlastnosti, se řadí **magnezium** a **skandium**. Magnezium se vyznačuje extrémně nízkou hustotou, což umožňuje použití mohutných trubek s větší tloušťkou stěn. Rámy z magnezia vynikají velkým jízdním komfortem

a nízkou hmotností. Předností skandia je nízká hmotnost. Nevýhodou obou materiálů je vysoká cena [10].

1.4.2 Vidlice

Vidlice je čas jízdního kola, která drží přední kolo, umožňuje měnit směr jízdy a zajišťuje odpružení předního kola. Na vidlice je napojen představec s řídítky. Vidlice se dělí na pevné a odpružené. Pevné vidlice jsou používány na všech typech kol. Tlumících vlastností se u pevné vidlice dosahuje jejím mírným ohnutím v dolní části ve směru jízdy. U odpružené vidlice se požaduje pružení v určité výšce zdvihu a řádné tlumení. Rozlišují se 3 typy vidlic, mechanické, vzduchové a hydraulické [10].

1.4.3 Systém řazení

Řazení je na jízdním kole namontováno na řídítkách. S jehož pomocí je možné řazení jednotlivých řadicích stupňů. Změna velikost převodu je zajišťována přesouváním řetězu mezi ozubenými kolečky pomocí měniče převodů nebo mezi ozubenými věnci převodníku, k čemuž je využíván přesmykač řetězu. Celý systém řazení se skládá z měniče převodů, přesmykače a řazení, které je umístěno na řídítkách [11].

1.4.4 Pohonný systém

Pohonný systém kola se skládá z několika částí, kterými jsou pedály, kliky, středového složení, převodník, řetěz a volnoběžný pastorek [11].

Pedály slouží k převádění svalové síly jezdce na otáčivý pohyb zadního kola. Horská kola jsou vybavena univerzálními obdélníkovými nebo oválnými symetrickými pedály, které nejsou přizpůsobeny k připevnění třmenů s řemínky. Tyto pedály jsou pohodlné a vhodné pro rekreační styl jízdy. Pro závodní účely jsou využívány náslapné pedály, které nahradily již zmíněné třmeny s řemínky [11].

Středové složení je složeno ze středové osy a ložisek, ve kterých se otáčí. Část ložisek je tvořena kuličkovými dráhami na středové ose a druhá vnější částí ložisek a levou a pravou ložiskovou miskou se závitem. Na obou koncích je osa opatřena čtyřhrany pro nasazení klik. Kliky propojují střed jízdního kola s pedály [11].

Převodník je umístěn na pravé klice kola. Tvar převodníků je nejčastěji kruhový. Počet převodníků je odlišný dle typu jízdního kola [11].

Řetěz patří k namáhavějším částem jízdního kola. Pohyb řetězu je přenášěn na zadní kolo pomocí kazety. Řetězy se odlišují dle počtu poloh na pastorku. Řetězy jsou různě široké, to souvisí se vzdáleností usazení jednotlivých pastorků v kazetě. Každý řetěz je přizpůsoben tvaru zubů. Dle stylu jízdy je nutná jeho výměna, většinou po ujetí 1500–2000 km [10].

1.4.5 Brzdový systém

Důležitou částí jízdního kola jsou brzdy, které umožňují ovládání rychlosti zpomalením nebo úplným zastavením. Účinnost brzd zásadním způsobem ovlivňuje i bezpečnost jízdy, proto je důležité jejich správné seřízení. Na starších kolech či kolech pro děti jsou používány torpédové brzdy, u nichž je brzdění dosaženo protišlapem. Hlavními typy brzd jsou ráfkové a kotoučové brzdy [10].

Ráfkové brzdy

Ráfkové brzdy se rozdělují na V-Brake, U-Brake a cantilever. Brzdy U-Brake jsou nejvíce používány na silničních a starších kolech. Nevýhodou těchto brzd je nižší brzdný účinek. Brzdy cantilever jsou předchůdcem V-Brake brzd. Jsou používány především na cyklokrosové kolech. Fungují na jednoduchém principu. Brzdové lanko je vedeno od brzdové páky a spojeno s jedním ramenem brzdy. Druhé rameno je pomocí krátkého ocelového lanka spojeno pomocí unašeče s brzdovým lanem. Při brzdění dojde k přitažení brzdového lanka s unašečem, kterým je přitaženo druhé rameno brzdy. Ráfkové V-Brake brzdy se vyznačují dobrým převodem síly. Síla brzdění je přenášena od řídítek pomocí bovdenů. Čelisti brzd postavení proti sobě jsou při zkracování lanka přitahovány k sobě. Jedna čelist je spojena s lankem a druhá s bovdenem. Tím je přenášén pohyb čelistí na brzdové špalíky, které tlačí na brzdňou plochu ráfku kola [10].

Kotoučové brzdy

Kotoučové brzdy se především za mokra řadí mezi nejúčinnější brzdový systém. Rozlišují se 2 typy kotoučových brzd, a to mechanické a hydraulické [10].

Mechanické kotoučové brzdy jsou velmi populární. Důvodem je jejich vysoká účinnost, spolehlivost a nízká cena. Principem činnosti je přitlačování dvou destiček na kovový kotouč, který se otáčí. Kotouč je připevněn k náboji kola. Síla je přenášena z brzdové páky prostřednictvím klasického lanka. Nevýhodou oproti brzdám hydraulickým je vyšší hmotnost a nutnost pravidelného manuálního nastavování [10].

Hydraulické kotoučové brzdy jsou velmi účinné. Oproti brzdám mechanickým probíhá přenos síly pomocí hydraulického oleje, tím je odstraněna nevýhoda ztráty síly třením lanka o stěnu bovdenů. Hydraulická kotoučová brzda se skládá z brzdové páky s trubičkou pro přenos kapaliny, kotouče a samotné brzdy. Jelikož je teplo odváděno pomocí brzdové kapaliny, je výhodou tohoto brzdového systému velice dobrý odvod tepla, vznikající při brzdění. Nevýhodou je náročná údržba, vyšší cena, vyšší provozní náklady za údržbu a servis [10].

1.4.6 Kola

Kolo se skládá z náboje, který je pomocí drátů spojen s ráfkem. Dále se skládá z ráfku, sloužící pro uchycení duše a pláště, náboje a obutí. Ráfek je důležitá a velmi namáhaná část kola. Čím více je jezdec těžší a terén složitější, tím více je ráfek namáhán. Nejvíce rozšířené jsou ráfky z hliníku. Ráfek se provrtává otvory pro uchycení drátů výpletu [10].

1.5 ROZDĚLENÍ JÍZDNÍCH KOL

S rostoucím zájmem o jízdní kola, vznikají kola různých typů, která lze dělit dle jejich uživatele na dámská, pánská a dětská nebo dle využití, tak jak jsou uvedeny dále [8].

Existuje mnoho druhů jízdních kol, která lze rozdělit na základní skupiny. Jízdní kola se dělí především dle využití a terénu, na kterém bude využíváno.

1.5.1 Horské kolo

Horská kola jsou určena především pro jízdu v terénu, mimo zpevněné komunikace. Je možné s nimi jezdit i po silnicích, avšak svou konstrukcí a typem plášťů s výrazným dezénem jsou vhodná pro náročné terény. Nevýhodou těchto kol je vyšší hmotnost a vyšší valivý odpor.

Rozlišují se 3 typy horských kol:

- a) s pevným rámem a pevnou vidlicí,
- b) s odpruženou přední vidlicí a pevným rámem,
- c) a celoodpružená, s odpruženou přední vidlicí a odpruženým rámem [9].

1.5.2 Silniční kolo

Silniční kola jsou určena pro rychlou jízdu na zpevněných komunikacích. Charakteristikou silničních kol je lehký rám a úzké pneumatiky pro dosažení maximální rychlosti s minimální námahou. Silniční kola se dělí na sportovní (vytrvalostní) a závodní. U sportovních silničních kol je geometrie rámu konstruována tak, že umožňuje jízdu ve více vzpřímené pozici a úhly sedlové trubky jsou méně strmé, což činí kolo více stabilní a pohodlné při delších vyjíždkách. Oproti tomu geometrie závodních kol je uzpůsobena jízdě ve více aerodynamické pozici. U sportovních kol je šířka pláště 25–28 mm a u závodních 23–25mm [9].

1.5.3 Cyklokrosové kolo

Jedná se o silniční kola, která jsou přizpůsobena pro překonávání rozmanitého terénu, například blátivých cest nebo mimoúrovňového terénu. Tyto vlastnosti činí cyklokrosová kola velmi univerzálními

pro jízdu v pestrém terénu. Cyklokrosové kola jsou vybavena širšími pláštěmi (až 40 mm) s hrubším dezénem, což jim umožňuje lepší překonávání nerovností terénu, jako jsou písek, štěrk či bláto. Jestliže je cyklokrosové kolo vybaveno nosičem na zavazadla, jedná se turistický speciál [9].

1.5.4 Hybridní kolo

Hybridní kola jsou cenově dostupná a nachází na pomezí mezi silničním a horským kolem. Výhodou je jejich všestranné využití pro jízdu v rozmanitém terénu. Řídítka jsou rovná jako u horských kol. Brzdy jsou využívány stejné jako u kol horských, tedy ráfkové nebo kotoučové. Hybridní kola jsou vhodná pro dojíždění do práce a umožňují pohodlnější jízdu ve vzpřímené poloze [9].

1.5.5 Turistické kolo

Klasická turistická kola jsou obdobou silničních kol, ale staršího typu. Jsou vybaveny ocelovým rámem, blatníky po celé délce kol, předním i zadním nosičem na zavazadla, kožené sedlo a velký rozsah převodů. Jezdec na kole sedí ve více vzpřímené pozici než na kole silničním. Turistická kola mají výrazně vyšší hmotnost než kola moderní [8], [13].

1.5.6 Skládací kolo

Tato kola jsou určena pro každého, kdo má nedostatek místa na uskladnění kola. Je možné je jednoduše složit, takže jsou vhodná i pro cestování vlakem či k uložení v bytě. Jízda na skládacím kole je možná celoročně. Skládací kola jsou vyráběna v různých velikostech, ráfků a pestrého designu [8].

1.5.7 Městské kolo

Městská kola jsou velmi jednoduchá, odolná a vhodná pro každodenní ježdění po městě, na nákup či do práce. Mají snížený rám, umožňují pohodlné nasedání i sesedání a komfortní posed jezdce [8].

1.5.8 Krosové kolo

Krosové kola jsou vhodná na silnici i do terénu. Přední vidlice může být odpružená, ale jen s malým zdvihem. Oproti kolu horskému je konstrukce rámu uzpůsobena přímějšimu posedu jezdce. Krosové kolo je vhodné především pro cykloturistiku [8].

1.5.9 Elektrokolo

Elektrokola jsou jízdní kola, která jsou vybavena elektrickým motorem. Rám a ostatní komponenty kola jsou navrženy tak, aby zvládly zátěž, která je dána vyšší hmotností kola a pohonem.

Důležitý je rychlostní limit v dopravním provozu 25 km/h, který je dán zákonem a je platný pro země Evropské unie. Kolo je možné pohánět motorem pouze při šlapání, tím je motor aktivován. Elektrokola se dnes vyrábí jakéhokoliv druhu, je tedy možné koupit elektrokolo horské, silniční, hybridní i skládací [9].

1.5.10 Tandemové jízdní kolo

Tandemové kolo neboli dvoukolo je velmi podobné klasickému kolu, ale je vybaveno speciálním rámem se dvěma sedlovými trubkami a dvěma středy spojenými řetězy. Jízda na tandemovém kole vyžaduje určité schopnosti, především souhru a spolupráci dvou jezdců. Řízení kola, z důvodu lepšího výhledu, obstarává jezdec vpředu [8].

1.5.11 Dráhové kolo

U tohoto kola je absolutní prioritou rychlost, pevnost a ovladatelnost. Dráhová kola nejsou vybavena přehazovačkou ani brzdami. Mají pevný převod, díky kterému mohou závodníci snižovat rychlost vlivem působení síly proti pedálu. Tato kola nemají volnoběh, jezdec tedy musí neustále šlapat [8].

Pro větší přehlednost dat jsou vlastnosti specifické pro jednotlivá kola uvedena v následující **tabulce č. 6**. Některé typy jízdních kol jsou všestranné a mohou být využita v různorodém terénu, přičemž může záležet na aktuální konstrukci. Příkladem je elektrokolo, které může být vyráběno jako kolo horské, ale i jako kolo silniční či městské. Záleží tedy na jezdcích, na jeho schopnostech, účelu využití a zájmech, jak chce dané kolo využívat.

Tab. č. 6: Typy jízdních kol a jejich vzájemné odlišnosti [8], [9], [13], [14]

Typ jízdního kola	Využití	Brzdy	Velikost kol	Odpružení	Rám	Šířka pláště	Posed jezdce
Horské	náročný terén	ráfkové, kotoučové	26–29"	odpružená přední vidlice, bez odpružení, celo odpružené	ocel, karbon, hliník	2–3"	neutrální
Silniční	zpevněná komunikace	ráfkové, kotoučové	28"	bez odpružení	karbon, titan, hliník	23–28mm	aerodynamický
Cyklokrosové	univerzální	ráfkové, kotoučové	28"	bez odpružení	hliník, karbon	až 40mm	neutrální
Hybridní	univerzální	ráfkové, kotoučové	26–29"	bez odpružení	ocel	-	neutrální
Turistické	zpevněná komunikace	ráfkové, kotoučové	26–29"	bez odpružení	ocel, Cr-Mo	-	vzpřímený
Skládací	dle typu	torpédové, ráfkové	16–26"	bez odpružení	ocel, hliník	dle typu	vzpřímený
Městské	zpevněná komunikace	torpédové, ráfkové	28"	bez odpružení	ocel	1–2"	vzpřímený
Krosové	zpevněná komunikace, lehčí terén	ráfkové, kotoučové	28", 29"	bez odpružení, odpružená přední vidlice	ocel, karbon	32–54mm	neutrální
Elektrokolo	dle typu	kotoučové	26–29"	dle typu	hliník, karbon	dle typu	dle typu
Tandemové	zpevněná komunikace	ráfkové, kotoučové	26–29"	bez odpružení	Cr-Mo	23–28mm	vzpřímený
Dráhové	velodrom	žádné	28"	bez odpružení	hliník, karbon	19–24mm	aerodynamický

1.6 VYBRANÉ MANÉVRY

Z hlediska zkoumání dané problematiky je důležité seznámení se s dostupnou literaturou, která se zabývá touto problematikou. Existuje mnoho manévrů cyklistů, které je možné měřit. Tato práce se zabývá měřením zrychlení, zpomalení, jízdy obloukem, příčného přemístění, ohlédnutí jezdce před změnou směru jízdy a jízdy do kopce. Z tohoto důvodu zde bude stručně představena literatura, která souvisí s touto problematikou. Pro srovnání výsledků vlastního měření je nezbytné srovnání s dostupnými výsledky.

1.6.1 Rychlost a zrychlení

Analýzou rychlosti cyklistů se zabýval Hugemann, W., který se v rámci pokusů nehod s jednostopými vozidly zabýval pozorováním rychlostí cyklistů. Výsledné hodnoty rozdělené podle věku cyklisty jsou uvedeny v následující **tabulce č. 7**. Průměrná rychlost cyklisty mladšího 15-ti let byla zjištěna v rozmezí 13 až 17 km/h. Pro cyklisty ve věku v rozmezí 15 až 45 let byla rychlost zjištěna v intervalu 20 až 27 km/h. Průměrná rychlost cyklisty staršího 45 let byla 21 km/h [19].

Tab. č. 7: Rychlost cyklistů v závislosti na věku [19]

Rychlost cyklistů podle věku		
Věk	Rychlost (km/h)	Rychlost (m/s)
<15 let	13–17	3,6–4,7
15–45 let	20–27	5,6–7,5
> 45 let	21	5,8

Hugemann dále rozdělil rychlost jízdy do 3 kategorií a jím pak přiřadil konkrétní rychlosti. Hodnoty rychlosti jízdy u dospělých cyklistů jsou zobrazeny v **tabulce č. 8**, kde normální jízda je stanovena pro rychlost 10 až 12 km/h. Rychlá jízda byla určena jako 14 km/h a maximální rychlost je stanovena intervalem 19 až 22 km/h [19].

Tab. č. 8: Rozdělení jízdy dle Hugemann W. [19]

Rychlost	km/h	m/s
Normální jízda	10–12	2,9–3,3
Rychlá jízda	14	3,9
Maximální rychlost	20–22	5,5–6,1

Zrychlením horských kol se zabýval roku 2004 R. F. Beck. Výsledné hodnoty jsou uvedeny v **tabulce č. 9** Pro měření bylo použito 7 jízdních kol s odlišnou konstrukcí. Věk cyklistů se pohyboval v rozmezí 31 až 43 let. Zkušenosti jezdců se pohybovaly od středně pokročilé úrovně až po experty. Měření probíhalo na vodorovné asfaltové komunikaci. K měření byla použita radarová pistole a digitální kamery. Na počátku měření měl jezdec jednu nohu položenou na vozovce a druhou na pedálu. Každý jezdec začínal měření při zařazení prvního rychlostního stupně. Výsledné hodnoty z měření byly brány z intervalu hodnot, který je ohraničen počátečním a koncovým bodem. Z tohoto intervalu bylo vypočítáno průměrné zrychlení, které je uvedeno v následující tabulce. Jako počáteční bod výsledných hodnot byla vzata první kladná hodnota zrychlení a jako koncový bod byla vzata poslední kladná hodnota zrychlení. Nejvyššího zrychlení bylo dosaženo u jízdního kola Fondriest a to 1,47 m/s². Nejvyšší rychlosti bylo dosaženo u kola KOCCAK 37,01 km/h [20].

Tab. č. 9: Zrychlení na vodorovné vozovce dle R. F. Beck [20]

Jízdní kolo	Průměrné zrychlení (m/s ²)	Maximální rychlost (km/h)
Diamondback	1,2	28,9
Ellsworth	1,4	36,4
GT	1,3	29,3
Fondriest	1,5	35,9
KOCCAK	1,3	37,0
Specialized	1,0	29,0
Univega	1,3	32,7

1.6.2 Brzdné zpomalení

Brzdným zpomalením jízdních kol se zabýval R. F. Beck. Měření se uskutečnilo na vodorovné asfaltové komunikaci. Počátečním bodem pro měření byla brána první záporná hodnota změny zrychlení a posledním bodem byla poslední záporná hodnota zrychlení. Měření se zúčastnilo celkem 6 cyklistů. Kola byla vybavena brzdami kotoučovými a cantilever. Každý účastník měření jel na kole třikrát a postupně brzdil přední, zadní a oběma brzdami. Výsledky měření jsou zobrazeny v následující **tabulce č. 10**. Nejvyšších hodnot zpomalení je dosaženo při brzdění oběma brzdami, který je stanoven intervalem 3,4 až 5,1 m/s² [20].

Tab. č. 10: Zpomalení cyklistů dle Beck [20]

Použité brzdy	Střední hodnota zpomalení (m/s ²)	Interval zpomalení (m/s ²)
Zadní	2,7	2,5–3,2
Přední	3,7	2,8–4,6
Obě	4,3	3,4–5,1

Brzděním jízdních kol se dále zabýval Oliver Lee a kolektiv. Měření se zúčastnilo 18 cyklistů ve věku 20–35 let. Pro experiment bylo zvoleno klasické městské kolo se 3 rychlostmi. Jízdní kolo bylo vybaveno bubnovou brzdou na předním kole a torpédovou brzdou na zadním kole. Brzdění probíhalo ze tří stanovených rychlostí, 12, 17 a 22 km/h. Jezdci měli za úkol brzdit, tak jak by brzdili při běžném provozu, tak aby jim to bylo pohodlné. Průměrné hodnoty z měření jsou uvedeny v **tabulce č. 11** [21].

Tab. č. 11: Průměrné zpomalení včetně odchylky [21]

Rychlost (km/h)	Dráha (m)	Čas (s)	Zpomalení (m/s ²)
12	3,1 ± 1,4	5,3 ± 2,5	1,3 ± 0,6
17	3,6 ± 1,5	8,3 ± 3,7	1,6 ± 0,6
22	3,9 ± 1,4	11,4 ± 4,4	1,7 ± 0,6

1.6.3 Jízda obloukem

Maximální bezpečnou rychlostí průjezdu obloukem se zabýval ve své diplomové práci Ing. Stanislav Prčík. Pro experiment byly vybrány kola různých typů, horské, trekové a silniční s odlišnými typy brzd. Figuranti, kteří se zúčastnili měření byli odlišných věkových kategorií s různými jízdními zkušenostmi. V této práci byly stanoveny poloměry oblouků na 4, 7 a 11 metrů. Měření probíhalo na různých površích. Výsledné rychlosti pro jednotlivé oblouky na povrchu beton a asfalt jsou stanoveny v **tabulce č. 12** [22].

Tab. č. 12: Výsledné hodnoty jízdy obloukem [22]

Povrch	Beton			Asfalt		
Kolo/poloměr oblouku (m)	4	7	11	4	7	11
Muži	Rychlost (km/h)			Rychlost (km/h)		
Silniční	14,4	19,4	21,6	14,5	19,2	22,8
Horské Scott	15,4	17,8	19,6	18,2	22,3	21,6
Horské Madison	14,8	19,3	21,0	12,7	16,6	19,3
Trekové Author	13,7	17,8	18,8	15,7	22,7	22,3
Ženy	Rychlost (km/h)			Rychlost (km/h)		
Trekové Heavy Tools	8,1	9,7	11,4	8,6	13,3	16,5
Lady 26	7,0	9,3	11,2	10,2	12,2	14,7
Trekové Mayo	10,3	13,7	14,4	10,5	12,6	14,6
Horské Engine	9,8	11,4	13,4	10,5	11,8	12,6

1.6.4 Příčné přemístění

Měřením příčného přemístění se zabýval ve své diplomové práci Ing. Jan Křenek, který rozdělil manévry dle intenzity na rychlé, střední a pomalé vyhýbání, které byly započaty 1, 4 a 6 metrů před překážkou při rychlostech 10, 15 a 20 km/h. Jezdci se rozjížděli na požadovanou rychlost na úseku dlouhém 20 metrů. Získané časy byly získány pomocí stopek, které měřil časoměřič. Z měřených časů byly následně dopočítány hodnoty pro příčné přemístění. K měření bylo vybráno městské, horské, silniční a trekingové kolo. Pro výpočet příčného přemístění byl použit Kovaříkův vzorec. Výsledky měření jsou shrnuty v **tabulce č. 13** [23].

Tab. č. 13: Hodnoty příčného přemístění naměřené Ing. Křenkem [23]

	Přemístění	Dráha (m)			Čas (s)		$t=t_1+t_2+t_3$	Jízda	Rozjezd	ZSIII
Jezdec	Y (m)	Rozjezd	Manévr	Celkem	Rozjezd	Manévr t_2	Přemístění t ($t_1+t_3=0,4$)	v skut. km/h	a (m/s^2)	ay (m/s^2)
Pepa	1	20	3,3	23,3	6,28	1	1,4	11,8	0,5	2,0
	2	20	6,4	26,4	5,92	1,4	1,8	16,2	0,8	2,4
	3	20	8,6	28,6	6,23	1,6	2,0	19,7	0,9	3,1
Šárka	1	20	3,3	23,3	7,48	0,8	1,2	9,9	0,6	2,8
	2	20	6,4	26,4	5,19	1,7	2,1	15,2	0,5	1,9
	3	20	8,7	28,7	5,95	1,8	2,2	17,7	0,8	2,6
Luboš	1	20	3,2	23,2	6,27	0,8	1,2	14,3	0,6	2,7
	2	20	6,3	26,3	5,35	1,3	1,7	18,1	0,9	2,9
	3	20	8,6	28,6	4,83	1,4	1,8	21,6	1,2	3,6
Jarka	1	20	3,3	23,3	8,35	0,9	1,3	12,9	0,4	2,3
	2	20	6,4	26,4	6,60	1,2	1,6	18,8	0,8	3,0
	3	20	8,7	28,7	5,15	1,5	1,9	20,8	1,1	3,3

1.6.5 Ohlédnutí před změnou směru jízdy

Jízdním manévrem ohlédnutí cyklisty za sebe před tím, než zahájí změnu směru jízdy se zabýval ve své diplomové práci Ing. Jan Doseděl. Měření bylo rozděleno do dvou měření. Při prvním měření se

jezdec otáčel o 180 stupňů a při druhém měření o 90 stupňů. Obě měření projížděl každý jezdec celkem třikrát, a to rychlostí 10, 15 a 20 km/h. Měření se zúčastnilo 8 figurantů na typově odlišných jízdních kolech. Vybraná kola byla horská, silniční a krosová. Jezdci měli za úkol rozjet se na požadovanou rychlost z libovolné vzdálenosti. Pro orientační rychlost jezdců byly na kolech umístěny tachometry. Přesné zjištění rychlosti poskytl VBOX Sport [24].

Tab. č. 14: Průměrné vychýlení dle Ing. Doseděl [24]

Ohlédnutí	Rychlost (km/h)	Průměrné vychýlení (m)
180°	10	0,32
	15	0,32
	20	0,19
90°	10	0,19
	15	0,13
	20	0,16

Ohlédnutím se také ve své diplomové práci zabýval Ing. Roman Haluska. K měření byla vybrána kola horská, silniční a krosová. Měření se zúčastnilo celkem 15 figurantů napříč věkovým spektrem. Figuranti se na jízdních kolech střídali. Při měření se jezdci rozjížděli na obvyklou rychlost, která odpovídala jejich zvyklostem. Na povrch vozovky byly sprejem vyznačeny čáry ve vzdálenosti 20 cm od sebe. Délka čar byla přibližně 40 metrů. Rychlost jezdců byla v intervalu 12 až 25 km/h. Výsledné vychýlení bylo vyhodnoceno z kamer. Hodnoty v následující tabulce jsou brány z měření na rovině na asfaltovém povrchu při mírném zadním větru. Průměrné naměřené hodnoty vychýlení a maximální hodnoty vychýlení na silničním, krosovém a horském kole jsou uvedeny v **tabulce č. 15** [25].

Tab. č. 15: Průměrné a maximální vychýlení při ohlédnutí jezdce podle Ing. Halusky [25]

	Průměrná hodnota vychýlení (cm)		Max. hodnota (cm)	
	Vlevo	Vpravo	Vlevo	Vpravo
Jízdní kolo				
Silniční	28	27	35	40
Krosové	31	21	40	30
Horské	26	24	35	40

1.6.6 Jízda do kopce

Jízdou do kopce se ve své diplomové práci zabýval již zmíněný Ing. Roman Haluska. Měření probíhalo za již zmíněných podmínek, jako při ohlédnutí cyklisty. Tedy mezi vybranými koly, bylo kolo horské, silniční a krosové. Měření se zúčastnilo celkem 15 figurantů, kteří se na jízdních kolech střídali. Na povrchu vozovky byly sprejem naznačeny barevné čáry ve vzdálenosti 20 cm od sebe v délce asi 40 metrů. Při jízdě do kopce jezdec rovněž jel rychlostí, kterou je zvyklý jezdit. Stoupání měřeného úseku bylo 3,5 %. Rychlosti cyklistů se pohybovaly v rozmezí 9 až 21 km/h. V následující **tabulce č. 16**

je uvedena průměrná hodnota vychýlení a maximální hodnota vychýlení vlevo a vpravo při šlapání do kopce [25].

Tab. č. 16: Průměrné a maximální vychýlení při jízdě do kopce podle Ing. Halusky [25]

Jízdní kolo	Průměrná hodnota vychýlení (cm)		Max. hodnota (cm)	
	Vlevo	Vpravo	Vlevo	Vpravo
Silniční	13	12	20	15
Krosové	11	11	20	20
Horské	17	16	35	40

1.7 PRÁVNÍ NORMY

Tato kapitola se zabývá právními předpisy, upravující jízdu cyklistů. Konkrétně zde byl vybrán zákon č. 361/2000 Sb. o provozu na pozemních komunikacích a o změnách některých zákonů, norma ČSN EN 1078 a vyhláška č. 341/2014 Sb. o schvalování technické způsobilosti a o technických podmínkách provozu vozidel na pozemních komunikacích.

1.7.1 Zákon č. 361/2000 Sb. Zákon o provozu na pozemních komunikacích a o změnách některých zákonů

Pravidla jízdy na jízdním kole jsou upravena zákonem č. 361/2000 Sb. Zákon o provozu na pozemních komunikacích a o změnách některých zákonů. Jízda na jízdním kole je zde konkrétně upravena paragrafy §57 a §58. Avšak již v § 7 odst.1 písm. d) je vymezeno, že řidič při jízdě na jízdním kole nesmí kouřit [2].

§ 53

Důležitý a cyklisty často opomíjený je také § 53 odst. 2. Zde je vyloženo, že jiní účastníci provozu na pozemních komunikacích, než chodci nesmějí chodníku nebo stezky pro chodce užívat, pokud není v tomto zákoně stanoveno jinak. Úzce spojený s tímto vymezením je i odst. 7 téhož paragrafu, který vysvětluje, že pokud cyklista jízdní kolo vede, může užít chodník v případě, neohrozí-li ostatní chodce. V opačném případě musí užít pravé krajnice nebo pravého okraje vozovky. V § 53 odst. 5 je také uvedeno, že je-li zřízena stezka pro cyklisty, označena příslušnou dopravní značkou, na které je oddělen pruh pro chodce a pruh pro cyklisty, musí chodec použít vyznačený pruh pro chodce. Pruh pro cyklisty smí chodec využít jen v případě obcházení, vycházení či vcházení na stezku pro chodce. V takovém případě ale nesmí ohrozit cyklisty, jedoucí v pruhu pro cyklisty [2].

§ 57

(1) *Je-li zřízen jízdní pruh pro cyklisty, vyhrazený jízdní pruh pro cyklisty, stezka pro cyklisty nebo je-li na křižovatce s řízeným provozem zřízen pruh pro cyklisty a vymezený prostor pro cyklisty, je cyklista povinen jich užít.*

(2) *Na pozemní komunikaci se na jízdním kole jezdí při pravém okraji vozovky; nejsou-li tím ohrožováni ani omezováni chodci, smí se jet po pravé krajnici. Jízdním kolem se z hlediska provozu na pozemních komunikacích rozumí i koloběžka.*

(3) *Cyklisté směřjí jet jen jednotlivě za sebou.*

(4) *Pohybují-li se pomalu nebo stojí-li vozidla za sebou při pravém okraji vozovky, může cyklista jedoucí stejným směrem tato vozidla předjíždět nebo objíždět z pravé strany po pravém okraji vozovky nebo krajnici, pokud je vpravo od vozidel dostatek místa; přitom je povinen dbát zvýšené opatrnosti. To neplatí, odbočuje-li vozidlo vpravo a dává-li znamení o změně směru jízdy.*

(5) *Je-li zřízena stezka pro chodce a cyklisty označená dopravní značkou "Stezka pro chodce a cyklisty", nesmí cyklista ohrozit chodce jdoucí po stezce. Je-li v místě křížení stezky pro chodce a cyklisty s jinou pozemní komunikací zřízen sdružený přechod pro chodce a přejezd pro cyklisty, použijí se ve vztahu k tomuto sdruženému přechodu pro chodce a přejezdu pro cyklisty pro jednotlivé účastníky provozu na pozemních komunikacích obdobně ustanovení upravující chování těchto účastníků provozu na přechodu pro chodce a na přejezdu pro cyklisty.*

(6) *Je-li zřízena stezka pro chodce a cyklisty označená dopravní značkou "Stezka pro chodce a cyklisty", na které je oddělen pruh pro chodce a pruh pro cyklisty, je cyklista povinen užít pouze pruh vyznačený pro cyklisty. Pruh vyznačený pro chodce může cyklista užít pouze při objíždění, předjíždění, otáčení, odbočování a vjíždění na stezku pro chodce a cyklisty; přitom nesmí ohrozit chodce jdoucí v pruhu vyznačeném pro chodce.*

(7) *Vyhrazený jízdní pruh pro cyklisty nebo stezku pro cyklisty může užít i osoba pohybující se na lyžích nebo kolečkových bruslích nebo obdobném sportovním vybavení. Přitom je tato osoba povinna řídit se pravidly podle odstavců 2, 3, 5 a 6 a světelnými signály podle § 73.*

(8) *Před vjezdem na přejezd pro cyklisty se cyklista musí přesvědčit, zdali může vozovku přejet, aniž by ohrozil sebe i ostatní účastníky provozu na pozemních komunikacích, cyklista smí přejíždět vozovku, jen pokud s ohledem na vzdálenost a rychlost jízdy příjíždějících vozidel nedonutí jejich řidiče k náhlé změně směru nebo rychlosti jízdy. Na přejezdu pro cyklisty se jezdí vpravo.*

§ 58

(1) Cyklista mladší 18 let je povinen za jízdy použít ochrannou přilbu schváleného typu podle zvláštního právního předpisu a mít ji nasazenou a řádně připevněnou na hlavě.

(2) Dítě mladší 10 let smí na silnici, místní komunikaci a veřejně přístupné účelové komunikaci¹⁾ jet na jízdním kole jen pod dohledem osoby starší 15 let; to neplatí pro jízdu na chodníku, cyklistické stezce a v obytné a pěší zóně.

(3) Na jednomístném jízdním kole není dovoleno jezdit ve dvou; je-li však jízdní kolo vybaveno pomocným sedadlem pro přepravu dítěte a pevnými opěrami pro nohy, smí osoba starší 15 let vézt osobu mladší 7 let. Osoba starší 18 let může vézt nejvýše dvě děti mladší 10 let v přívěsném vozíku určeném pro přepravu dětí, který splňuje technické podmínky stanovené zvláštním předpisem²⁾, nebo dítě na dětském kole připojeném k jízdnímu kolu spojovací tyčí.

(4) Cyklista nesmí jet bez držení řídítek, držet se jiného vozidla, vést za jízdy druhé jízdní kolo, ruční vozík, psa nebo jiné zvíře a vozit předměty, které by znesnadňovaly řízení jízdního kola nebo ohrožovaly jiné účastníky provozu na pozemních komunikacích. Při jízdě musí mít cyklista nohy na šlapadlech.

(5) Cyklista je povinen za snížené viditelnosti mít za jízdy rozsvícen světlomet s bílým světlem svítícím dopředu²⁾ a zadní svítilnu se světlem červené barvy nebo přerušovaným světlem červené barvy. Je-li vozovka dostatečně a souvisle osvětlena, může cyklista použít náhradou za světlomet svítilnu bílé barvy s přerušovaným světlem.

(6) K jízdnímu kolu se smí připojit přívěsný vozík, který není širší než 900 mm, má na zádi dvě červené odrazky ne trojúhelníkového tvaru umístěné co nejblíže k bočním obrysům vozíku a je spojen s jízdním kolem pevným spojovacím zařízením. Zakrývá-li přívěsný vozík nebo jeho náklad za snížené viditelnosti zadní obrysové červené světlo jízdního kola, musí být přívěsný vozík opatřen vlevo na zádi červeným neoslňujícím světlem. Jsou-li v přívěsném vozíku přepravovány děti, musí být přívěsný vozík označen žlutým nebo oranžovým praporkem nebo štítkem o rozměru 300 x 300 mm vztyčeným ve výšce 1200–1600 mm nad úrovní vozovky.

V § 57 jsou popsána jednotlivá pravidla pro pohyb cyklistů na pozemních komunikacích. Bezpečnost pohybu jízdy na kole je upravena v § 58, který poukazuje na nutnost nošení bezpečnostní přilby u jezdců mladších 18 let [2].

1.7.2 ČSN EN 1078

Požadavky na konstrukci, tlumení rázu, zorné pole a upevňovací systém přileb používaných uživateli jízdní kol, skateboardů a kolečkových bruslí jsou obsaženy v normě ČSN EN 1078. Jsou zde určeny také materiály, které smí nebo naopak nesmí být na výrobu přilby použity. Například na části

přilby, které přichází do styku s pokožkou nesmí být použit materiál, který by mohl vyvolat podráždění pokožky či alergickou reakci [6].

1.7.3 Vyhláška č. 341/2014 Sb.

Technické požadavky na výbavu jízdních kol jsou upraveny vyhláškou č. 341/2014 Sb. o schvalování technické způsobilosti a o technických podmínkách provozu vozidel na pozemních komunikacích.

1. Jízdní kola musí být vybavena:

a) *dvěma na sobě nezávislými účinnými brzdami s odstupňovatelným ovládáním brzdného účinku; jízdní kola pro děti předškolního věku vybavená volnoběžným nábojem s protišlapací brzdou nemusí být vybavena přední brzdou,*

b) *volné konce trubky řídítek musí být spolehlivě zaslepeny, např. zátkami, rukojeťmi apod.,*

c) *zakončení ovládacích páček brzd a volné konce řídítek musí mít hrany buď obaleny materiálem pohlcujícím energii, nebo jsou-li použity tuhé materiály, musí mít hrany o poloměru zakřivení nejméně 3,2 mm; páčky měničů převodů, křídlové matice, rychloupínače nábojů kol, držáky a konce blatníků musí mít hrany buď obaleny materiálem pohlcujícím energii, nebo jsou-li použity tuhé materiály, musí mít hrany o poloměru nejméně 3,2 mm v jedné rovině a v druhé rovině na ni kolmé nejméně 2 mm,*

d) *matice nábojů kol, pokud nejsou křídlové, rychloupínací nebo v kombinaci s krytkou konce náboje, musí být uzavřené,*

e) *zadní odrazkou červené barvy, tato odrazka může být kombinována se zadní svítlou vyzařující světlo červené barvy nebo nahrazena odrazovými materiály obdobných vlastností; plocha odrazky nesmí být menší než 2000 mm², přičemž vepsaný čtyřúhelník musí mít jednu stranu dlouhou nejméně 40 mm, odrazka musí být pevně umístěna v podélné střední rovině jízdního kola nebo po levé straně co nejbližší k ní ve výšce 250-900 mm nad rovinou vozovky; činná plocha odrazky musí být kolmá k rovině vozovky v toleranci +/-15 st. a kolmá k podélné střední rovině jízdního kola s tolerancí +/-5 st.; odrazové materiály nahrazující zadní odrazku mohou být umístěny i na oděvu či obuvi cyklisty,*

f) *přední odrazkou bílé barvy, tato odrazka může být nahrazena odrazovými materiály obdobných vlastností; odrazka musí být umístěna v podélné střední rovině nad povrchem pneumatiky předního kola u stojícího kola; plocha odrazky nesmí být menší než 2000 mm², přičemž vepsaný čtyřúhelník musí mít jednu stranu dlouhou nejméně 40 mm, činná plocha odrazky musí být kolmá k rovině vozovky s tolerancí +/-15 st. a kolmá k podélné střední rovině jízdního kola s tolerancí +/-5 st.; odrazové materiály nahrazující odrazku mohou být umístěny i na oděvu či obuvi cyklisty,*

g) odrazkami oranžové barvy (autožlut) na obou stranách šlapátek – pedálů, tyto odrazky mohou být nahrazeny světlo odrážejícími materiály umístěnými na obuvi nebo v jejich blízkosti a

h) na paprscích předního nebo zadního kola nebo obou kol nejméně jednou boční odrazkou oranžové barvy (autožlut) na každé straně kola; plocha odrazky nesmí být menší než 2000 mm², přičemž vepsaný čtyřúhelník musí mít jednu stranu dlouhou nejméně 20 mm, tyto odrazky mohou být nahrazeny odrazovými materiály na bocích kola nebo na bocích plášťů pneumatik či na koncích blatníků nebo bočních částech oděvu cyklisty.

2. Jízdní kola pro jízdu za snížené viditelnosti musí být dále vybavena následujícími zařízeními pro světelnou signalizaci a osvětlení:

a) světlometem svítícím dopředu bílým světlem; světlomet musí být seřízen a upraven trvale tak, aby referenční osa světelného toku protínala rovinu vozovky ve vzdálenosti nejdále 20 m od světlometu a aby se toto seřízení nemohlo samovolně nebo neúmyslným zásahem cyklisty měnit, je-li vozovka dostatečně a souvisle osvětlena, může být světlomet nahrazen svítilnou vyzařující světlo bílé barvy s přerušovaným světlem,

b) zadní svítilnou vyzařující světlo červené barvy, podmínky pro umístění této svítilny jsou shodné s podmínkami pro umístění a upevnění zadní odrazky podle odstavce 1 písm. e); zadní svítlna vyzařující světlo červené barvy může být kombinována se zadní odrazkou červené barvy podle odstavce 1 písm. e); zadní svítlna vyzařující světlo červené barvy může být nahrazena svítilnou s přerušovaným světlem červené barvy a

c) zdrojem elektrického proudu, jde-li o zdroj se zásobou energie, musí svou kapacitou zajistit svítivost světél podle písmen a) a b) po dobu nejméně 1,5 hodiny bez přerušení.

3. Světelná výbava jízdního kola se nepovažuje za výbavu ve smyslu ustanovení § 32 zákona č. 361/2000 Sb.

4. Je-li jízdní kolo vybaveno pomocným sedadlem pro dopravu dítěte, musí být toto sedadlo pevně připevněno a opatřeno pevnými podpěrami pro nohy dítěte. Sedadlo a podpěry musí být provedeny a umístěny tak, aby nemohlo dojít ke zranění dítěte při jízdě ani k ohrožení bezpečnosti jízdy. Je-li jízdní kolo vybaveno nosičem zavazadel, musí být tento nosič řádně a spolehlivě připevněn a nesmí ovlivňovat bezpečnost jízdy.

5. Pneumatiky a ráfky nesmí vykazovat trhliny, praskliny a jiné zjevné deformace, které by zjevně narušovaly bezpečnost jízdy.

6. Jízdní kola uváděná na trh musí mít na snadno dostupném místě rámu trvanlivě vyznačeno dobře čitelné výrobní číslo nebo být vybavena zařízením jej spolehlivě nahrazujícím. Za spolehlivě výrobní číslo

nahrazující zařízení se v tomto případě považuje například i elektronický nosič takové informace, který bude pevně spojen s rámem jízdního kola.

7. Jízdní kola uváděná na trh, pokud nejsou vybavena podle bodu 2 této přílohy, tj. pro jízdu za snížené viditelnosti, musí být opatřena jednoznačným a zřetelným upozorněním v návodu k obsluze, že tato kola nejsou za daného stavu vybavení způsobilá k provozu na pozemních komunikacích za snížené viditelnosti.

8. Jízdní kolo může být vybaveno dodatečně pomocným motorkem, jestliže

a) bude nadále zachován původní charakter jízdního kola podle bodu 1 a 2,

b) pomocný motorek bude přiměřeně plnit podmínky ustanovení § 19 zákona,

c) jeho výkon nepřesáhne 1 kW,

d) v případě použití spalovacího motoru, nebude mít takový motor objem válce nebo válců větší než 50 cm³,

e) maximální konstrukční rychlost nebude vyšší než 25 km.h⁻¹ a

f) montáž pohonného systému – motor, nádrž paliva nebo akumulátor na jízdní kolo, si nevyžádá zásah na jeho nosných částech.

Pokud vozidlo splňuje všechny výše uvedené požadavky, považuje se pro potřeby této vyhlášky nadále za jízdní kolo.

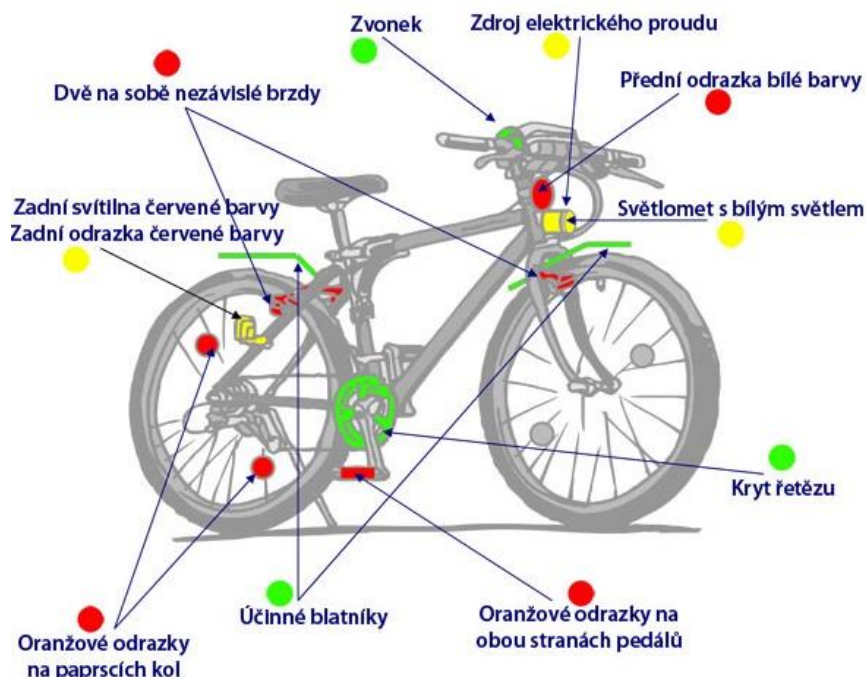
9. Pro účely této vyhlášky se jízdním kolem rozumí i tříkolky a vícekolky, stejně jako vícesedadlová jízdní kola – tandemy a jim podobná vozidla poháněná lidskou silou a určená i k provozu na pozemních komunikacích, jako například koloběžky.

Vozidla takto definovaná, jejichž šířka přesahuje 1,0 m, musí být vybavena zdvojeným osvětlením podle bodu 1 písmen e) a f) a bodu 2 písmen a) a b), které musí být umístěno symetricky k podélné ose vozidla, v maximální vzdálenosti 0,2 m od podélné roviny vyznačující šířku vozidla. Konstrukční požadavky uvedené v bodech 1 až 8 se na tato vozidla použijí přiměřeně.

Šířkou pro účely tohoto bodu se rozumí vzdálenost mezi dvěma rovinami rovnoběžnými s podélnou rovinou vozidla a tečnými k vozidlu na obou stranách této roviny. Všechny části vozidla, a zvláště všechny pevné části vyčnívající do stran se musí nacházet mezi těmito dvěma rovinami, s výjimkou zpětného zrcátka nebo zrcátek.

10. Pro účely této vyhlášky se jízdním kolem dále rozumí i jízdní kola s pedály, která jsou vybavena přídatným elektrickým motorem dle přímo použitelného předpisu Evropské unie upravujícího schvalování dvoukolových a tříkolových vozidel a čtyřkolek a dozor nad trhem.

Na následujícím obrázku je znázorněna výbava jízdního kola, kde červeně je znázorněna povinná výbava, oranžově vybavení potřebné pro jízdu za snížené viditelnosti a zeleně doporučená výbava [3].



Obr. č. 11: Povinná výbava jízdního kola [3]

V porovnání se sousedními státy má ČR přísnější pravidla ohledně povinnosti nošení bezpečnostní přilby, která je v ČR pro cyklisty povinná do 18-ti let. Oproti tomu v Německu a Polsku není přilba vyžadována vůbec. V Rakousku se přilba vyžaduje do 12-ti let. Na Slovensku je přilba povinná mimo obec bez ohledu na věk cyklisty, ve slovenských obcích je povinná do 15-ti let.

Registrace jízdního kola je ve většině zemích EU nepovinná, avšak to neznamená že není možná. Například v ČR existuje centrální registr jízdních kol (CEREK), který vznikl v roce 2013. Hlavním účelem tohoto registru je prevence proti krádeži. S rostoucím počtem nehod cyklistů vznikají úvahy nad povinnou registrací jízdních kol, každé jízdní kolo by tedy muselo být vybaveno registrační značkou. Nad povinnou registrační značkou se uvažuje také v Německu. Cílem je usnadnit stíhání cyklistů, jako viníků dopravních nehod. Podle statistik německých policistů je v Berlíně přes 50 % dopravních nehod zaviněno právě cyklisty [28], [29].

Pojištění jízdních kol je ve většině států EU nepovinné, ale v mnoha státech se doporučuje. Jediným státem EU, kde je povinné pojištění jízdního kola je Švýcarsko. V České republice se na cyklistu nevztahuje povinnost pojištění odpovědnosti. Jestliže cyklista způsobí škodu jiné osobě, je povinen tuto škodu uhradit včetně pokuty za porušení pravidel. V případě, že je cyklista pojištěný, hradí škodu pojišťovna až do výše sjednaného pojistného limitu. Důležité je také zmínit výluky z pojištění, které jsou

uvedeny v pojistné smlouvě. Například pokud cyklista způsobí škodu pod vlivem alkoholu, pojistné plnění pojišťovna krátí nebo ho nevyplatí vůbec [30].

Souhrn povinností registru, pojištění jízdního kola a nošení přilby je uveden v **tabulce č. 17**. Celkové srovnání povinností cyklisty v porovnání se státy EU je uvedeno v **příloze č. 2** této práce.

Tab. č. 17: Srovnání povinností cyklisty se sousedními státy [15], [17]

Stát	Přilba	Registrace jízdního kola	Pojištění jízdního kola
ČR	povinná do 18-ti let	nepovinná	nepovinné
Německo	nepovinná	nepovinná	nepovinné
Polsko	nepovinná	nepovinná	doporučené
Rakousko	povinná do 12-ti let	nepovinná	nepovinné
Slovensko	povinná mimo obec, do 15-ti let povinná i v obci	nepovinná	nepovinné

1.7.4 Práva a povinnosti cyklistů v sousedních zemích

Rakousko

V Rakousku jsou obecná pravidla chování cyklistů následující. Jízda v protisměru je v Rakousku povolena pouze v případě, upravuje-li to příslušná dopravní značka. Stejné pravidlo je uplatněno i v případě jízdy cyklisty v pěší zóně. Jízda na chodnících je stejně jako v ČR zakázána. Co se týče dětí do 12-ti let věku, nesmí jezdit na kole samy, bez doprovodu osoby ve věku minimálně 16 let. V Rakousku je, pro děti od 9-ti let, umožněno složení zkoušky způsobilosti na jízdním kole. Tak jako v Německu, je i v Rakousku zakázáno telefonování při jízdě na kole bez použití handsfree. Limit alkoholu v krvi je stanoven na 0,8 promile [45].

Německo

V Německu jsou pravidla silničního provozu upravena následujícím předpisem: „*Straßenverkehrs-Ordnung (StVO)*“. Zde je uvedeno, že cyklisté mohou jezdit vedle sebe ve dvojicích, neomezují-li tím provoz, v opačném případě musí jet za sebou. V případě cyklostezky, označené dopravními značkami, je cyklista povinen ji použít. Jestliže není cyklostezka vedena podél dané komunikace nebo není v použitelném technickém stavu, není cyklista povinen cyklostezku použít. Dětem do osmi let smí k jízdě na kole použít chodník. Cyklista v Německu smí nízkou rychlostí se zvýšenou opatrností předjíždět při pravém okraji vozovky vozidlo, stojící v pravém jízdním pruhu. Cyklista nesmí jezdit bez držení řídítek a je povinen mít při jízdě nohy na pedálech. V Německu je rovněž zakázáno při jízdě na kole telefonovat bez použití handsfree. Tolerance alkoholu u cyklisty je v Německu 0,5 promile pro cyklisty starší 21 let [43].

Slovensko

Práva a povinnosti cyklistů na Slovensku jsou v některých případech odlišná a upravuje je „*Zákon č. 8/2009 o cestnej premávke a o zmene a doplnení niektorých zákonov*“. Co se týče alkoholu v souvislosti s jízdou na kole, cyklisté na Slovensku, jedoucí v obci nebo po cyklostezce, mohou požit alkohol, nepřesáhne-li množství alkoholu v organismu 0,24 miligramu etanolu na litr vydechnutého vzduchu při vyšetření dechovou zkouškou. Cyklisté na Slovensku smí jezdit především po cyklostezkách, kde cyklisté jezdí vpravo. V místě, kde cyklostezka není, smí cyklista užít pravého okraje vozovky. V případě osoby mladší 10-ti let smí užít k jízdě chodník. Cyklisté smí jezdit pouze za sebou, to neplatí pro cyklostezky, kde mohou jet vedle sebe dva cyklisté, neohrožují-li a neomezují-li tím ostatní účastníky silničního provozu. Cyklista nesmí jezdit bez držení řídítek a je povinen mít při jízdě nohy na pedálech. Cyklisté na Slovensku mohou předjíždět pomalu jedoucí vozidlo, nedává-li signál o změně směru jízdy, i po pravém okraji vozovky. Pokud je zřízena stezka pro chodce a cyklisty, cyklista nesmí ohrozit chodce, v případě oddělených pruhů pro chodce a cyklisty, je cyklista povinen užít pruh pro cyklisty. Pruh pro chodce smí využít pouze v případě předjíždění, otáčení a vjíždění na stezku [44].

Polsko

Tak jako ve většině v zemích i v Polsku jsou k dispozici speciální jízdní pruhy určeny pro cyklisty. Tyto cyklostezky smí využívat i řidiči mopedů, nepřekročí-li rychlost 40 km/h. V Polsku není dovolena jízda dvou a více cyklistů vedle sebe. Dále není povolena přeprava dítěte do sedmi let věku, pokud není dítě umístěno ve speciálním bezpečnostním sedadle. Cyklisté nesmí jezdit ve skupinách o více než 15-ti jezdci, přičemž vzdálenost mezi každým z nich nesmí překročit 5 metrů. V Polsku je stanovena tolerance alkoholu na 0,2 promile [42].

1.7.5 Přestupky cyklistů

Cyklisté jako účastníci silničního provozu musí ovládat pravidla silničního provozu, které jsou uvedeny v předešlých kapitolách této práce. Avšak některá ustanovení Zákona č. 361/2000 Sb., o provozu na pozemních komunikacích jsou cyklisty porušována. Nejčastější přestupky cyklistů a jejich sankce shrnuje **tabulka č. 18**. Mezi nejčastější přestupky cyklistů se řadí nerespektování dopravních značek a ignorování světelné signalizace. Dále jízda za snížené viditelnosti, kdy cyklista nemá předepsané osvětlení. V neposlední řadě se mezi dopravní přestupky řadí i nedostatečné technické vybavení nebo jeho nevyhovující stav.

Tab. č. 18: Nejčastější přestupky cyklistů a jejich sankce [31]

Přestupek	Pokuta
Způsob jízdy (jízda po chodníku, jízda v protisměru)	do 2 000 Kč
Alkohol do 1 ‰	do 20 000 Kč
Alkohol nad 1 ‰	25 000–50 000 Kč
Technický stav	do 2 000 Kč
Technický stav ohrožující ostatní účastníky provozu	5 000–10 000 Kč
Nesvícení za snížené viditelnosti	do 2 000 Kč
Nedání přednosti v jízdě a jízda na červenou	2 500–5 000 Kč

1.7.6 Návrh zákona na povinný boční odstup

Účelem této kapitoly je představit nový návrh na změnu zákona č. 361/2000 Sb., o provozu na pozemních komunikacích, který by zabezpečil bezpečnější předjíždění cyklistů. Tento návrh byl představen poslancem ČSSD Petrem Dolínkem. Předmětem tohoto návrhu je povinnost řidiče motorového vozidla dodržovat při předjíždění cyklisty povinný boční odstup. Jestliže by tento boční odstup nemohl být řidičem vozidla dodržen, nesmí předjíždět. Za bezpečný boční odstup je považována vzdálenost mezi nejbližšími okraji motorového vozidla a jízdního kola 1,5 metru. V souvislosti s tímto návrhem, Petr Dolínek dále navrhuje, že řidič by směl za účelem dodržení tohoto zákona, přejíždět podélnou čáru souvislou [39].

Přesné znění návrhu zákona je následující:

„Řidič motorového vozidla nesmí předjíždět, jestliže by nedodržel bezpečný boční odstup při předjíždění cyklisty. Bezpečným bočním odstupem při předjíždění cyklisty se rozumí vzdálenost mezi nejbližšími okraji motorového vozidla, přípojného vozidla nebo nákladu a jízdního kola, přívěsného vozíku nebo cyklisty nejméně 1,5 m. V místě s nejvyšší dovolenou rychlostí nepřevyšující 30 km.h-1 je vzdálenost bezpečného bočního odstupu při předjíždění cyklisty podle věty druhé nejméně 1 m.“ [39].

Důvodem návrhu jsou rostoucí počty cyklistů, v souvislosti s krizovými opatřeními proti šíření onemocnění COVID-19, čímž se zvyšuje kapacita cyklostezek a spolu s tím i počet nehod s účastí cyklistů. Cílem tohoto návrhu je zvýšení bezpečnosti provozu na pozemních komunikacích. Znalost bezpečného bočního odstupu při předjíždění by mohla pomoci předcházet nehodám. Většina nehod, při kterých nebyl dodržen boční odstup od cyklisty, končí tragicky. Důležité je zmínit, že stávají povinnost řidiče neohrozit při předjíždění cyklistu je v podstatě nevymahatelná. V případě zavedení povinného bočního odstupu se vymahatelnost zákona posílí, jelikož je možné konkrétní vzdálenost měřit [39].

Povinný boční odstup byl již zaveden v mnoha zemích, kterými jsou například Německo, Francie, Španělsko, Portugalsko, Belgie, Nizozemsko či Lucembursko. V Nizozemsku je povinný boční odstup stanoven na 1 metr, ve Francii je boční odstup navýšen mimo obec na 1,5 metru. V Belgii je boční odstup

v obci stanoven na 1,5 metru a mimo obec je navýšen na 2 metry. Portugalsko, Španělsko a Irsko požaduje povinný boční odstup v obci i mimo ni. Povinný boční odstup 1,5 metru byl zaveden i v Lucembursku. Rakousko zatím povinný boční odstup zaveden nemá, ale probíhá zde kampaň za jeho zavedení, boční vzdálenost vozidla od cyklisty by měla být rovněž 1,5 metru [39].

Následují příklady z praxe, které poukazují na nutnost zavedení povinného bočního odступu vozidla od cyklisty, jelikož aktuální znění zákona je v tomto případě značně omezeno, viz přesné znění § 17 odst. 5 písm. c) zákona č. 361/2000 Sb., o provozu na pozemních komunikacích [38].

Řidič nesmí předjíždět, jestliže by ohrozil nebo omezil protijedoucí řidiče nebo ohrozil jiné účastníky provozu na pozemních komunikacích [38].

Dne 10. 9. 2018 jel řidič osobního automobilu po vozovce, přičemž při předjíždění nedodržel bezpečný boční odstup od stejným směrem jedoucího cyklisty. Tímto jednáním se řidič osobního automobilu porušil ustanovení § 17 odst. 5 písm. c) zákona č. 361/2000 Sb., o provozu na pozemních komunikacích. Řidič pravým zpětným zrcátkem jím řízeného vozidla narazil do levého řídku jízdního kola. Důsledkem toho cyklista ztratil stabilitu a spadl na vozovku, čímž si způsobil mnohočetné zlomeniny. Za tento čin byl řidič vozidla odsouzen k trestu odnětí svobody v trvání 4 měsíců, jehož výkon byl podmíněně odložen., dále byla obviněnému uložena povinnost zaplatit poškozené zdravotní pojišťovně náhradu škody [40].

Dne 15. 9. 2015 se řidička osobního automobilu dopustila přečinu tím, že při předjíždění stejným směrem jedoucího cyklistu nedodržela bezpečný boční odstup. Tímto jednáním porušila § 17 odst. 5 písm. c) zákona č. 361/2000 Sb., o provozu na pozemních komunikacích. Řidička narazila pravou přední částí vozidla do levé boční části jízdního kola. Cyklista vlivem ztráty rovnováhy změnil směr jízdy vlevo. Následně řidička s vozidlem najela na tělo cyklisty. Cyklista utrpěl těžká zranění, zejména otok mozku při zlomeninách klenby a spodiny lebeční. Na následky zmíněných zranění v nemocnici zemřel [41].

Návrh zákona na povinný boční odstup při předjíždění cyklisty je řadou lidí zavrhován a některými vítán. V souvislosti s rozšířením onemocnění COVID-19 a s opatřeními proti šíření tohoto onemocnění je cyklistika na vzestupu, s čímž souvisí i vyšší počet nehod s cyklisty. Zavedením zákona by tak mohlo dojít k vyšší bezpečnosti cyklistů na silnicích. Jak je uvedeno výše, vymahatelnost stávající povinnosti řidiče při předjíždění neohrozit cyklistu je složitá a těžko kontrolovatelná. Povinný boční odstup by tak mohl pomoci nehodám předcházet a zvýšit vymahatelnost v případě nehod s tragickými následky. Jelikož nehody s cyklisty končí často smrtelně, dodržování řidičů povinného bočního odступu by mohlo vést ke snížení počtu těchto nehod. Jako úskalí tohoto návrhu je možné uvést předjíždění cyklisty s odstupem 1,5 metru na příliš úzkých komunikacích, kde by nebylo možné cyklistu podle zákona předjet. Zde by tak mohlo docházet k nebezpečným situacím vlivem zpomalení provozu. V takových

situacích by bylo vhodné, kdyby cyklista, pokud je na to prostor, uvolnil vozovku a nechal vozidla projet. Další otázkou je, jak by byl řešen povinný boční odstup cyklisty při předjíždění stojících vozidel zprava, zda by i v této situaci musel být dodržen bezpečný odstup 1,5 metru. Přesné znění je upraveno zákonem č. 361/2000 Sb. o provozu na pozemních komunikacích v § 57 odst. 4. *„Pohybují-li se pomalu nebo stojí-li vozidla za sebou při pravém okraji vozovky, může cyklista jedoucí stejným směrem tato vozidla předjíždět nebo objíždět z pravé strany po pravém okraji vozovky nebo krajnici, pokud je vpravo od vozidel dostatek místa; přitom je povinen dbát zvýšené opatrnosti. To neplatí, odbočuje-li vozidlo vpravo a dává-li znamení o změně směru jízdy.“* Z obecného hlediska je důležitá vzájemná ohleduplnost zmíněných účastníků silničního provozu, jak ze strany řidiče, tak i cyklisty, protože hlavním problémem častých nehod cyklistů je vzájemná rivalita mezi oběma stranami [2].

2 PRAKTICKÁ ČÁST

Praktická část diplomové práce je zaměřena na praktické měření, vyhodnocení a porovnání naměřených hodnot s ostatními pracemi a autory, uvedené v teoretické části práce. Pro měření byly vybrány následující manévry, brzdění, akcelerace, příčné přemístění, jízda obloukem, ohlédnutí za sebe a jízda do kopce. Cílem bylo provést zmíněné vybrané jízdní zkoušky.

Tato část práce je nejprve zaměřena na charakteristiku jezdců a jízdních kol. Dále jsou zde popsány jednotlivé manévry, postup jejich měření a výsledné naměřené hodnoty, které budou analyzovány a porovnány s ostatními hodnotami v jiných pracích, které se zabývaly obdobnou problematikou.

Figuranti, kteří se měli zúčastnit měření přijížděli postupně na daný čas, který byl předem dohodnut. Důvodem tohoto postupu bylo zamezení soutěživosti a opisování manévru od předešlých figurantů. Celková doba trvání odjetí všech manévru jedním figurantem byla přibližně 90 minut. Záleželo na schopnostech daného figuranta a nutnosti jet daný manévr vícekrát, například při nedodržení dráhy oblouku, počátku brzdění či udržení požadované rychlosti.

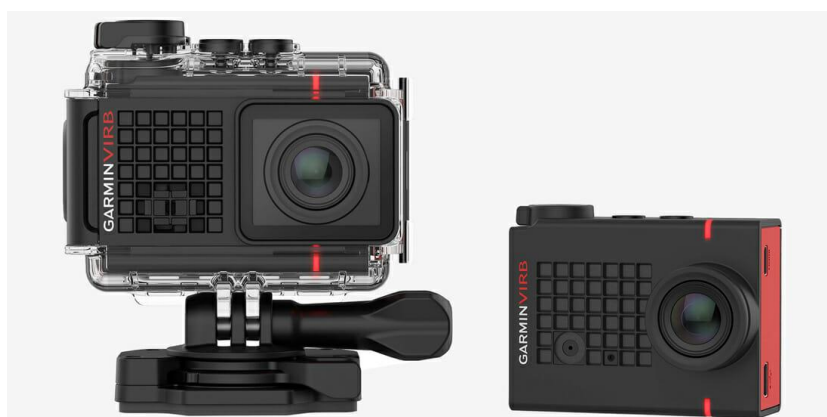
K záznamu a vyhodnocování dat byl využit přístroj VBOX Sport společnosti Racelogic (obr. č. 12), který byl připevněn na řídítka aktuálně měřeného kola. K měření potřebných drah, které byly načrtnuty na vozovce křídou bylo využito měřicí kolečko (obr. č. 13) a metr pro měření menších vzdáleností. Jednotlivé jízdní zkoušky byly zaznamenávány na tři kamery GARMIN (obr. č. 14). První kamera byla statická, která byla ovládána pomocníkem. Další dvě kamery byly dynamické. První dynamická kamera byla umístěna na řídítka kola pomocí nástavce vedle VBOX Sportu a snímala přední kolo jízdního kola a jeho pohyb pro přesnější vyhodnocování dat. Druhá dynamická kamera byla umístěna na hlavě jezdce pro potřeby ohlédnutí před změnou směru jízdy. Původně měly být všechny tři kamery zapnuty současně, avšak nízká venkovní teplota při jízdních zkouškách snižovala kapacitu baterie. To bylo vyřešeno tak, že měření bylo zaznamenáváno současně na dvě kamery, které byly pro daný jízdní manévr nejvíce důležité.



Obr. č. 12: VBOX Sport [34]



Obr. č. 13: Měřicí kolečko [33]

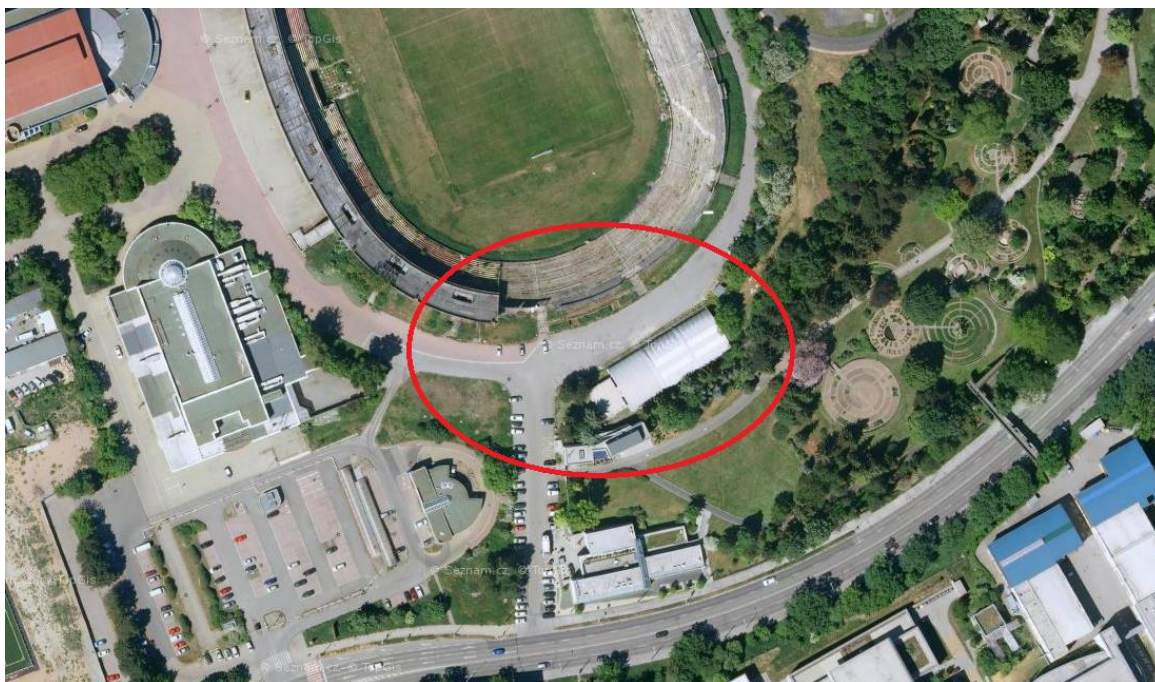


Obr. č. 14: Kamera GARMIN VIRB [35]

2.1 MÍSTO MĚŘENÍ

Měření probíhalo ve třech dnech. Před ostrým měřením figurantů, bylo provedeno i zkušební měření, při kterém bylo vyzkoušeno zacházení s vypůjčenou technikou a zkušební vyhodnocování dat z VBox Sportu. První ostré měření se konalo v sobotu 7. 11. 2020 od 13:00 hodin. Povětrnostní podmínky byly velmi příznivé, bylo jasno, foukal slabý vítr do 4 m/s a venkovní teplota byla 10 °C. V tento den proběhlo měření dvou figurantů, první na horském kole a druhý na městském kole. Druhé měření se uskutečnilo hned následující den v neděli 8. 11. 2020 v čase 11:00 až 17:00 hodin. V tento den bylo oblačno s teplotou 6 °C se slabým proměnlivým větrem do 4 m/s. Druhého měření se zúčastnili čtyři figuranti. Třetí měření proběhlo následující týden v pátek 13. 11. 2020. V tento den bylo zataženo s teplotou 7 °C při bezvětří, místy se slabým větrem do 40 m/s. Měření se zúčastnil v tento den pouze jeden figurant. Měření probíhalo v čase 15:00 až 16:30 hodin.

Místo měření se nachází ve městě Brně u fotbalového stadionu za Lužánkami. Vybrané místo měření muselo splňovat několik požadavků, a to dostatečné rozměry pro vybrané jízdní manévry, minimální provoz, aby nedošlo k ohrožení bezpečnosti účastníků měření, zpevněnou asfaltovou plochu a nedaleko vzdálený svah, pro jízdu do kopce, tak aby bylo možné jet všechny jízdní manévry v jeden den a nebylo nutné přejíždět na jiná vzdálená místa. Měření se uskutečňovalo na suchém povrchu. Na **obrázku č. 15** je zobrazeno místo, kde byla prováděna většina jízdních manévrů. Na **obrázku č. 16** je zobrazeno místo, kde byl uskutečněn manévr jízdy do kopce.



Obr. č. 15: Mapa místa měření-Stadion za Lužánkami [36]



Obr. č. 16: Mapa místa měření jízdy do kopce [36]



Obr. č. 17: Detail povrchu vozovky [autor]

2.2 CHARAKTERISTIKA JEZDCŮ A JÍZDNÍCH KOL

K měření bylo vybráno celkem 7 jízdních kol, která se odlišovala svou konstrukcí. Jízdní kola byla vybrána taková, která se nejčastěji vyskytují v silničním provozu a je u nich větší pravděpodobnost střetu s motorovým vozidlem. Jsou jimi kola horská, silniční, cyklokrosová a elektrokola. Měření se zúčastnilo 6 figurantů odlišných věkových kategorií. Jeden figurant byl měřen dvakrát, pokaždé na jiném typu kola. Nejdříve na horském kole a poté na městském sdíleném kole, které bylo pro účely měření zapůjčeno přes aplikaci v mobilním telefonu.

V **tabulce č. 19** je zobrazena charakteristika jezdců a jejich jízdních kol, včetně jízdních zkušeností. U každého jezdce je zobrazen i typ kola, na kterém prováděl jízdní manévry.

Tab. č. 19: Charakteristika jezdců [autor]

Jméno	Věk (roky)	Jízdní zkušenosti	Typ kola	Brzdy
Kateřina Š.	45	Průměrný jezdec	Horské kolo GT	V brzdy
Jiří H.	53	Průměrný jezdec	Horské kolo GHOST	Kotoučové mechanické
Ivan L.	77	Profesionál	Elektro kolo	Kotoučové hydraulické
Bořivoj N.	67	Profesionál	Silniční kolo	U brzdy
Antonín Š.	25	Profesionál	Cyklokrosové	Cantilever
Daniel R. (městské)	26	Průměrný jezdec	Městské kolo	Torpédo, V brzda
Daniel R. (horské)	26	Průměrný jezdec	Horské kolo Genesis	Kotoučové hydraulické

Dále jsou zde uvedeny fotografie jednotlivých kol, včetně detailu pneumatik a brzd. Jízdní kola byla záměrně volena různých typů s odlišnou konstrukcí.



Obr. č. 18: Horské kolo GT [autor]



Obr. č. 19: V brzda a detail pláště horského kola GT [autor]



Obr. č. 20: Horské kolo GHOST [autor]



Obr. č. 21: Detail pláště horského kola GHOST [autor]



Obr. č. 22: Kotoučová brzda mechanická horského kola GHOST [autor]



Obr. č. 23: Horské kolo Genesis [autor]



Obr. č. 24: Detail pláště horského kola Genesis [autor]



Obr. č. 25: Městské kolo [autor]



Obr. č. 26: V Brzda a detail pláště městského kola [autor]



Obr. č. 27: Silniční kolo [autor]



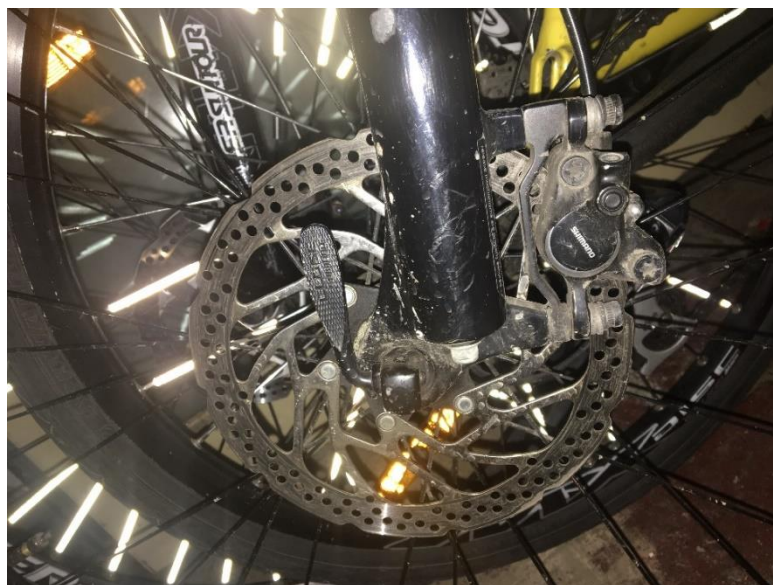
Obr. č. 28: U brzda a detail pláště silničního kola [autor]



Obr. č. 29: Elektrokolo Totem [autor]



Obr. č. 30: Detail pláště elektrokola Totem [autor]



Obr. č. 31: Kotoučová brzda hydraulická elektrokola Totem [autor]



Obr. č. 32: Cyklokrosové kolo Ridley [autor]



Obr. č. 33: Brzda Cantilever a detail pláště cyklokrosového kola [autor]

2.3 METODIKA MĚŘENÍ

Jednotlivé manévry byly na povrch vozovky načrtnuty křídou a změřeny den předem, tak aby v den měření nedošlo ke zbytečným komplikacím a prostojům.

2.3.1 Brzdění v přímém směru

Při měření brzdného zpomalení jsou používány různé metody. Každá z dále uvedených metod má své výhody i nevýhody. V této práci je brzdné zpomalení počítáno pomocí vzorce a brzdná dráha je v rámci této metody změřena měřicím kolečkem. Výchozím bodem měření je místo označené pro počátek brzdění. Nevýhodou, při měření brzdné dráhy pomocí měřicího kolečka, je lidský faktor, v tomto případě cyklista provádějící daný manévr. Nepřesnost měření je způsobena dřívějším nebo naopak pozdějším brzděním cyklisty. Změřená brzdná dráha je poté odlišná od skutečné brzdné dráhy. Brzdné zpomalení je možné měřit také pomocí VBOX Sportu, který zjišťuje potřebná data na základě GPS signálu. Výsledná data jsou dále zapisována na SD kartu. V případě slabého signálu GPS dochází ke ztrátě nebo ke zkreslení výsledných dat.

Brzdné zpomalení bylo měřeno na suchém asfaltovém povrchu. Měření brzdného zpomalení probíhalo tak, že se jezdec rozjel na požadovanou rychlost 15, 20 a 25 km/h a na vyznačeném místě začal brzdit až do zastavení. Místo počátku brzdění bylo vyznačeno křídou, jelikož v první den měření bylo slunečno a jezdec jel proti slunci, povrch vozovky se leskl a nebylo křidu vidět, proto bylo místo označeno ještě kuželem pro lepší orientaci jezdce. Jezdci byli ponaučeni, aby brzdili tak, aniž by docházelo ke

blokaci kol. Požadované rychlosti se od skutečných mírně lišily v rozmezí $\pm 3\text{km/h}$. Skutečné rychlosti na počátku brzdění byly zjištěny z VBOX Sportu. Po zastavení zůstal jezdec stát na místě a brzdná dráha byla změřena měřicím kolečkem a zaznamenána do poznámek. Jezdci brzdili postupně zadní brzdou, přední brzdou a oběma brzdami pro každou z požadovaných rychlostí. Většina jízdních kol byla vybavena tachometry pro znalost požadované rychlosti. Kola, která tachometry vybavena nebyla, byli řízeni hlasem pomocníka, který hlásil aktuální rychlost daného kola přes aplikaci VBOX Sport performance test v mobilním telefonu napojenou přes Bluetooth k VBOX Sportu umístěném na jízdním kole, která je volně ke stažení. Tato metoda pro měření aktuální rychlosti kol se ukázala, oproti tachometru, jako přesnější.

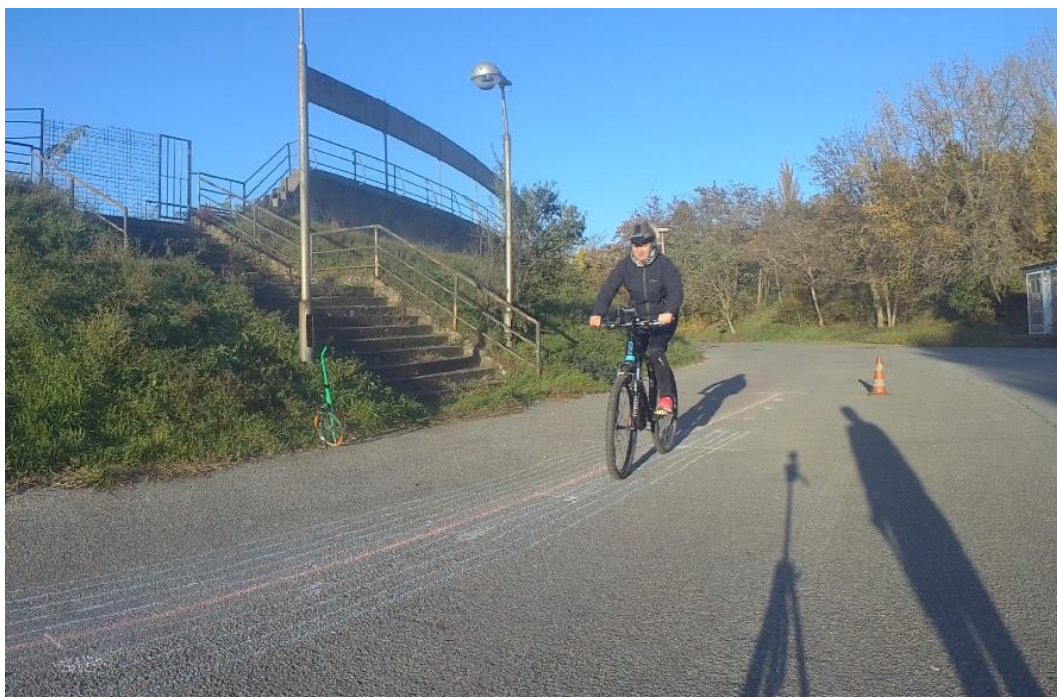
Konečné zpomalení bylo vypočítáno pomocí vzorce:

$$a = \frac{v_0^2}{2s} \quad (1)$$

a je zpomalení v m/s^2 ,

v je rychlost na počátku brzdění v m/s a

s je brzdná dráha v metrech.



Obr. č. 34: Jezdec Kateřina při brzdění oběma brzdami v přímém směru [autor]

2.3.2 Akcelerace

Akcelerace byla měřena na suchém asfaltovém povrchu a byla zaznamenávána ve dvou disciplínách. První disciplínou byla akcelerace v přímém směru na asfaltovém povrchu. Úsek, na kterém

byla akcelerace cyklistů měřena byl načrtnut křídou. Měření probíhalo na úseku dlouhém 20 metrů, jeho délka byla změřena měřicím kolečkem.

Druhá disciplína spočívala v rozjezdu cyklisty v oblouku. Tímto manévrem byl simulován výjezd cyklisty v křižovatce vlevo a vpravo. Poloměry oblouků byly stanoveny po konzultaci s vedoucím práce tak, aby odpovídaly reálné situaci na křižovatce. Poloměr oblouku při odbočování vpravo byl stanoven na 3 metry a poloměr oblouku při odbočování vlevo byl stanoven na 6 metrů. Délky oblouků byly změřeny měřicím kolečkem. Oblouky byly načrtnuty křídou, tak aby každý oblouk měl jinou barvu, pro snadnější komunikaci a instrukce směřované figurantům.

Obě měření byla prováděna rozjezdem z místa, tedy z nulové rychlosti, kdy měl cyklista jednu nohu položenou na zemi a druhou na pedálu. V případě, že měl cyklista nášlapné pedály, bylo by pro něj komplikované při každém startu pokládat nohu na zem, proto cyklistu na počátku oblouku držel pomocník. Výsledná data byla analyzována pomocí VBox Sportu a následně převedena do excelu.



Obr. č. 35: Jezdec Daniel při výjezdu z křižovatky vlevo [autor]



Obr. č. 36: Detail oblouků v křižovatce [autor]

2.3.3 Příčné přemístění dvěma oblouky

Při měření příčného přemístění byla jako překážka využita mříž dešťové vpusti, nacházející se v místě měření. Tato situace odpovídala reálnému vyhýbání, protože pokud se na okraji vozovky nachází uvedená překážka, s největší pravděpodobností ho cyklista objede. Před tímto objektem byly křídou na vozovku nakresleny dráhy, které měl cyklista projet v požadovaných rychlostech. Jednotlivá příčná přemístění byla opět nakreslena odlišnými barvami. Jednotlivé dráhy příčného přemístění byly změřeny měřicím kolečkem. Manévr byl rozdělen do situací, které se lišily vzdálenostmi vyhýbání se překážce. Příčné vzdálenosti byly stanoveny na 0,5 m, 1,5 m a 2,5 m.

Manévry byly rozděleny dle nájezdových rychlostí a vzdálenosti od které byl započat. Tyto rychlosti a vzdálenosti jsou následující.

- Nájezdová rychlost 10 km/h, při které byl manévr započat 1 m před překážkou.
- Nájezdová rychlost 15 km/h, při které byl manévr započat 3 m před překážkou.
- Nájezdová rychlost 20 km/h, při které byl manévr započat 5 m před překážkou.

Jezdci měli za úkol projíždět daný manévr požadovanou rychlostí, kterou získali v libovolné vzdálenosti před započítím manévru. Většina jízdních kol byla vybavena tachometry pro znalost požadované rychlosti. Kola, která tachometry vybavena nebyla, byli řízeni hlasem pomocníka, který hlásil aktuální rychlost daného kola přes aplikaci VBOX Sport performance test v mobilním telefonu napojenou přes Bluetooth k VBOX Sportu umístěném na jízdním kole, která je volně ke stažení.

Skutečná nájezdová rychlost byla zjištěna z VBox Sportu. Časy pro výpočet příčného přemístění byly zjištěny z videí. Ze změřených časů byly dále dopočítány výsledné hodnoty podle následujících vzorců.

Upravený Kovaříkův vzorec příčného přemístění [37]:

$$t_y = 2,0 \sqrt{\frac{y}{a_y}} \quad (2)$$

y je příčné přemístění v metrech,

a_y je příčné zrychlení v m/s^2 .

Upravený Kovaříkův vzorec příčného zrychlení [37]:

$$a_y = \frac{4y}{t^2} \quad (3)$$

y je příčné přemístění v metrech,

t je čas manévru v sekundách.



Obr. č. 37: Překážka a příčné přemístění [autor]



Obr. č. 38: Jezdec Bořivoj při příčném přemístění [autor]

2.3.4 Jízda obloukem

Dalším manévrem byla jízda obloukem, která probíhala na suchém asfaltovém povrchu. Jednotlivé oblouky byly na vozovce načrtnuty křídou a jejich délka byla změřena měřicím kolečkem. Poloměry oblouků byly po konzultaci s vedoucím této práce zvoleny na 3 m, 6 m a 9 m. Oblouky o poloměrech 3 a 6 metrů byly vzaty z disciplíny měření akcelerace v oblouku.

Úkolem jezdců bylo projet obloukem s daným poloměrem maximální možnou rychlostí, samozřejmě bezpečně, tak aby byla dodržena požadovaná dráha. Při nedodržení dráhy se měření opakovalo. Největší problém činil jezdcům oblouk o poloměru 3 m, kdy jezdci na tento oblouk najížděli příliš vysokou rychlostí a nepodařilo se jim splnit stopu požadovanou stopu oblouku.

Maximální rychlost průjezdu obloukem byla stanovena z dat z VBox Sportu v programu Performance Box Tools, následně byla data upravena a exportována do excelu. Výsledná rychlost průjezdu obloukem je dána průměrem rychlostí za celou ujetou dráhu oblouku.



Obr. č. 39: Jezdec Ivan L. při průjezdu obloukem [autor]

2.3.5 Ohlédnutí za sebe

Ohlédnutí za sebe je manévrem, který by měl každý cyklista vykonat před změnou směru jízdy, nejčastěji před odbočením vlevo. Při této disciplíně bylo měřeno vychýlení z trajektorie jezdce při ohlédnutí. Tato situace byla simulována na suché vozovce. Na úseku dlouhém 20 metrů, který byl použit rovněž na akceleraci na rovném úseku.

Jezdci měli za úkol se v libovolné vzdálenosti rozjet na požadovanou rychlost 15 km/h, 20 km/h a 25 km/h. Kola, která tachometry vybavena nebyla, byli řízeni hlasem pomocníka, který hlásil aktuální rychlost daného kola přes aplikaci VBOX Sport performance test v mobilním telefonu napojenou přes Bluetooth k VBOX Sportu umístěném na jízdním kole, která je volně ke stažení. Z požadované rychlosti najeli na přímý úsek, kde se v určeném místě měli ohlédnout za sebe na umístěný kužel. Kužel byl umístěn od přímého úseku pod úhlem 160 stupňů. Podél středové čáry byly z každé strany nakresleny podélné čáry ve vzdálenosti 0,1 m od sebe až do vzdálenosti 0,5 m.

Vyhodnocení měření probíhalo z videí v programu VIRB Edit, kde stěžejní byla kamera snímající přední kolo s vozovkou a jeho vychýlení ze středové čáry.



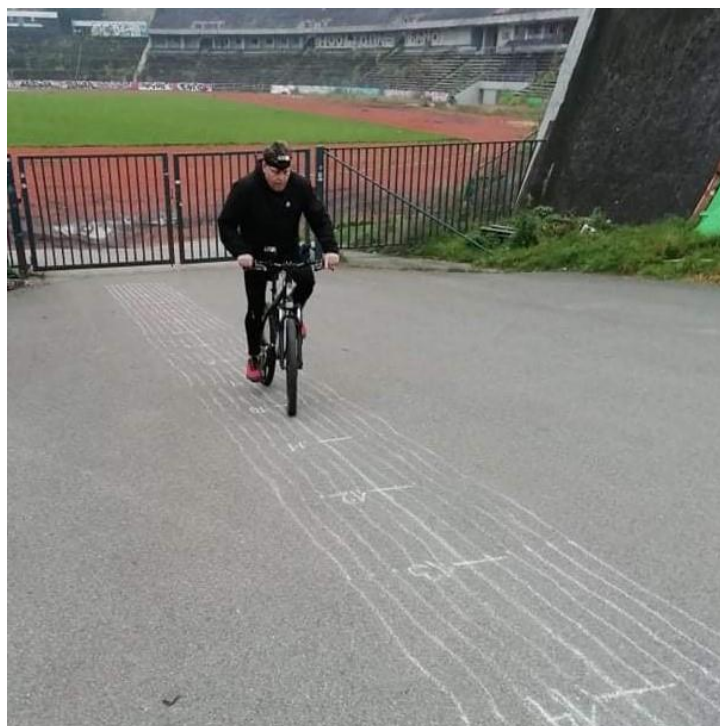
Obr. č. 40: Jezdec Bořivoj N. při ohlédnutí [autor]

2.3.6 Jízda do kopce

Jízda do kopce o sklonu 16 stupňů probíhala ve dvou disciplínách. Při prvním byl úkolem jezdce rozjezd do kopce na co nejnižší převod, který byl dán konstrukcí daného jízdního kola a jeho převodovými poměry a dále pak udržování nízké konstantní rychlosti okolo 5 km/h. Kola, která tachometry vybavena nebyla, byli řízeni hlasem pomocníka, který hlásil aktuální rychlost daného kola přes aplikaci VBOX Sport performance test v mobilním telefonu napojenou přes Bluetooth k VBOX Sportu umístěném na jízdním kole, která je volně ke stažení. Druhou disciplínou byla akcelerace do daného kopce. Při rozjezdu do kopce bylo měřeno vychýlení z trajektorie.

Na vozovce o sklonu byla křídou načrtnuta středová čára o délce 15 metrů. Úsek o délce 15-ti metrů byl rozdělen po 1 metru. Podél středové čáry byly z každé strany nakresleny podélné čáry ve vzdálenosti 0,1 m od sebe až do vzdálenosti 0,5 m.

Měřeno bylo vychýlení z dané trajektorie pomocí videozáznamů z kamer.



Obr. č. 41: Jezdec Jiří H. při jízdě do kopce [autor]

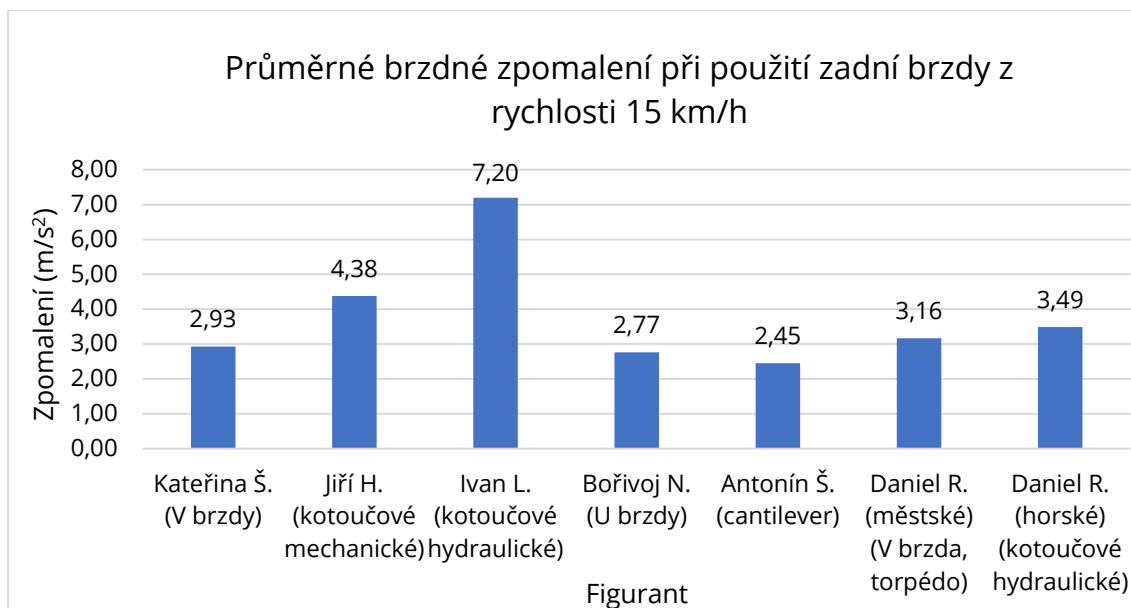
2.4 VYHODNOCENÍ MĚŘENÍ

V této kapitole budou jednotlivá měření vyhodnocena. K vyhodnocení slouží i kapitola, ve které byly představeny vybrané manévry a výsledné hodnoty, se kterými budou naměřené hodnoty porovnány.

2.4.1 Brzdné zpomalení

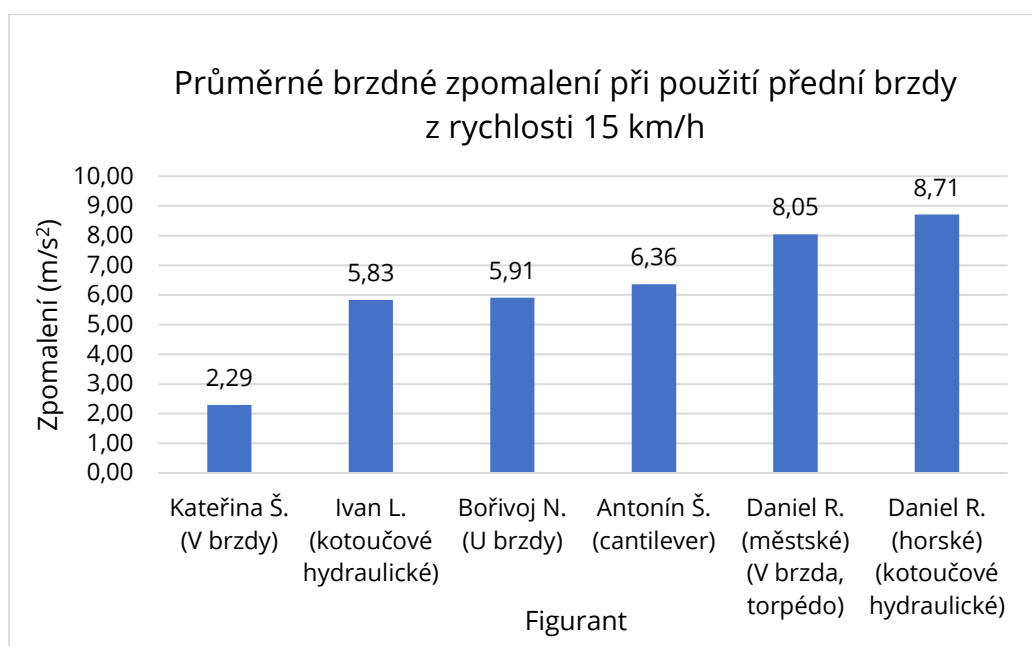
Hodnoty průměrného brzdného zpomalení byly zpracovány do grafů podle počátečních rychlostí, ze kterých měli jezdci brzdit. Jezdci měli za úkol brzdit postupně zadní, přední a oběma brzdami. Výsledné hodnoty brzdného zpomalení závisí na účinnosti a provedení brzd, typu pneumatik, výchozí rychlosti a na jízdních zkušenostech cyklisty. Brzdné dráhy, celkové časy zpomalení, výchozí rychlosti a výsledné hodnoty zpomalení jednotlivých figurantů jsou uvedeny v **příloze č. 3** této práce.

Graf č. 4 zobrazuje průměrné brzdné zpomalení za použití zadní brzdy z rychlosti 15 km/h. Většina jízdních kol se od sebe brzdným zpomalením příliš neliší. Nejvyššího brzdného zpomalení 7,20 m/s² dosáhl jezdec Ivan L. na elektrokole, které je vybaveno kotoučovými hydraulickými brzdami.



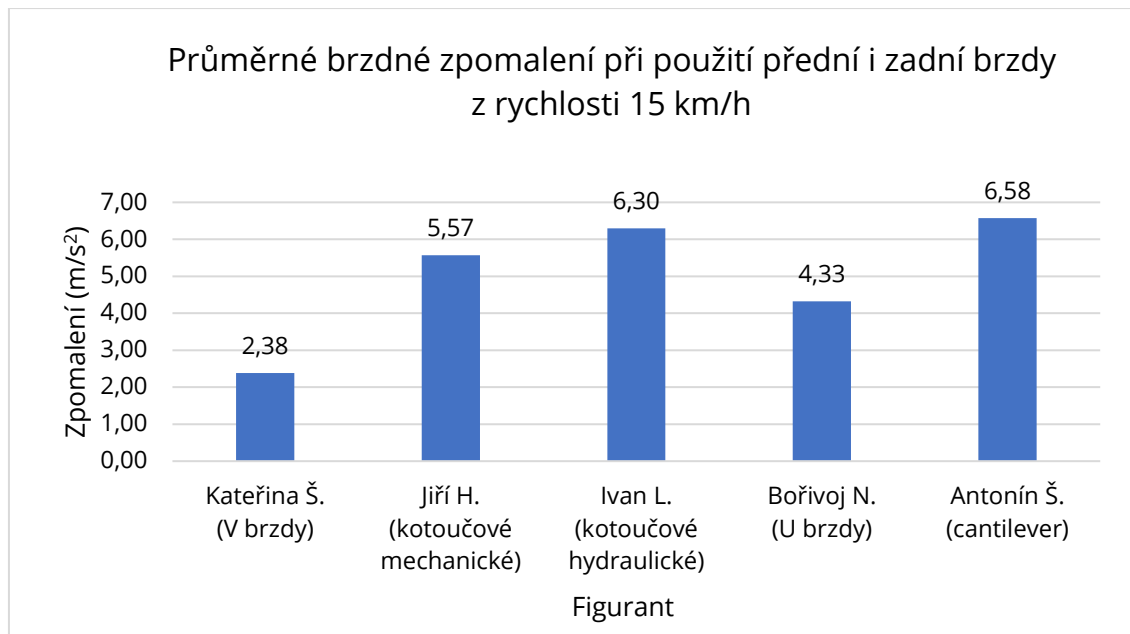
Graf č. 4: Hodnoty brzdného zpomalení za použití zadní brzdy z rychlosti 15 km/h

Graf č. 5 znázorňuje průměrné brzdné zpomalení při použití přední brzdy z rychlosti 15 km/h. Obdobných výsledků brzdného zpomalení bylo dosaženo u jezdců Ivana L., Bořivoje N. a Antonína Š. Nejvyšší hodnoty zpomalení 2,29 m/s² dosáhla Kateřina Š. na horském kole se špalíkovými V brzdami. Nejvyšších hodnot dosáhl jezdec Daniel R. na městském kole se špalíkovou brzdou a na horském kole s kotoučovými hydraulickými brzdami. Výsledné hodnoty jsou odlišné z důvodu rozdílné účinnosti, provedením brzd a počátkem brzdění, kdy figurant mohl například začít brzdit dříve nebo později, než bylo stanoveno.



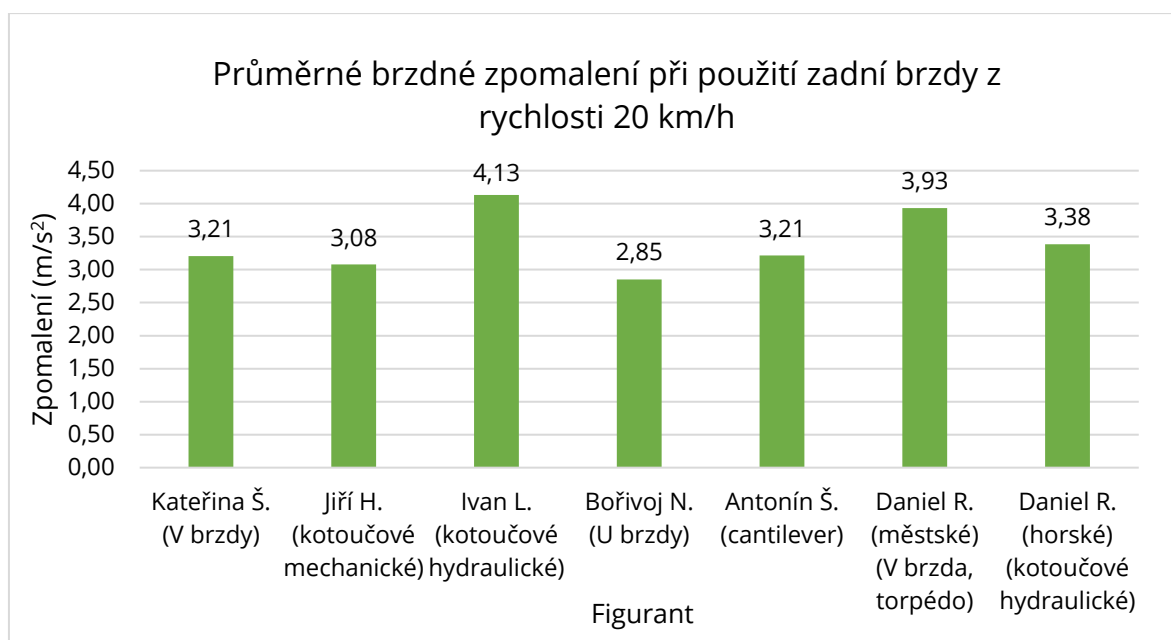
Graf č. 5: Hodnoty brzdného zpomalení za použití přední brzdy z rychlosti 15 km/h

Graf č. 6 zobrazuje průměrné brzdné zpomalení přední i zadní brzdou z rychlosti 15 km/h. Nejmenšího brzdného zpomalení 2,38 m/s² dosáhla Kateřina Š. na horském kole se špalíkovými V brzdami. Největšího brzdného zpomalení 6,58 m/s² dosáhl jezdec Antonín Š. na cyklokrosové kole s brzdami cantilever.



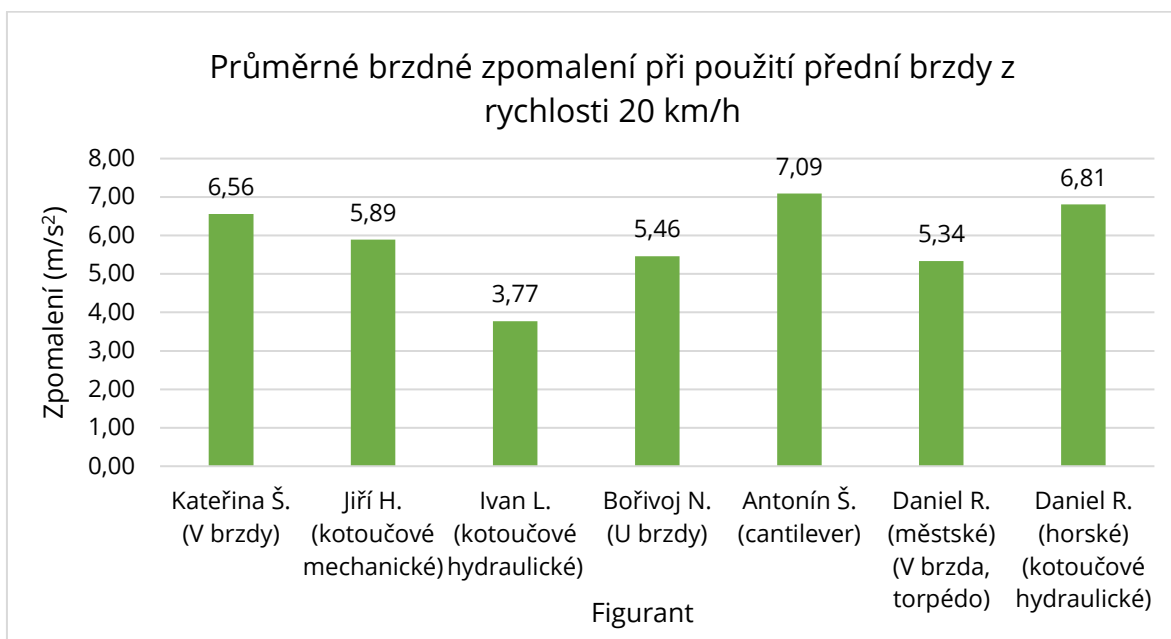
Graf č. 6: Hodnoty brzdného zpomalení za použití přední i zadní brzdy z rychlosti 15 km/h

Graf č. 7 znázorňuje průměrné brzdné zpomalení při použití zadní brzdy z rychlosti 20 km/h. Hodnoty většiny jízdních kol se od sebe příliš neliší. Hodnoty zpomalení se pohybují přibližně v rozmezí 3–4 m/s². Nejvyššího brzdného zpomalení 4,13 m/s² bylo dosaženo u jezdce Ivana L. s elektrokolem, vybaveným kotoučovými hydraulickými brzdami.



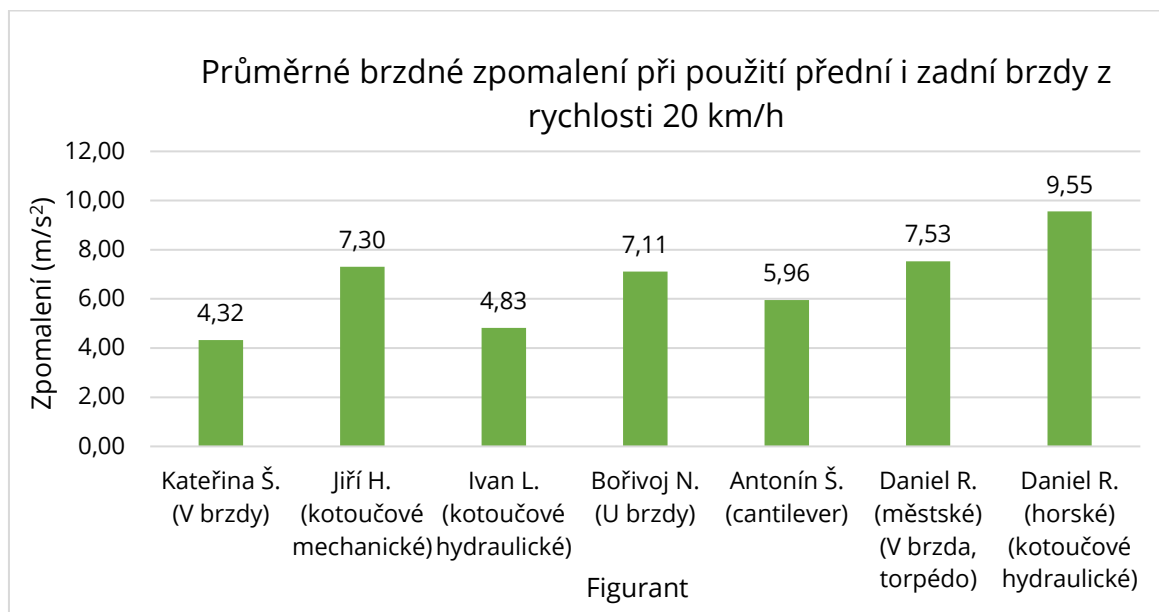
Graf č. 7: Hodnoty brzdného zpomalení za použití zadní brzdy z rychlosti 20 km/h

Graf č. 8 zobrazuje hodnoty průměrného brzdného zpomalení při použití přední brzdy z rychlosti 20 km/h. Nejmenší hodnota brzdného zpomalení 3,77 m/s² byla naměřena jezdcí Ivanu L. na elektrokole s kotoučovými hydraulickými brzdami. Největšího brzdného zpomalení 7,09 m/s² dosáhl jezdec Antonín Š. na cyklokrosové kole s brzdami cantilever. Hodnoty jsou odlišné z důvodu rozdílné účinnosti brzd, provedením brzd a rozdílného počátku brzdění, kdy jezdec mohl začít brzdit dřív nebo později, než bylo stanoveno.



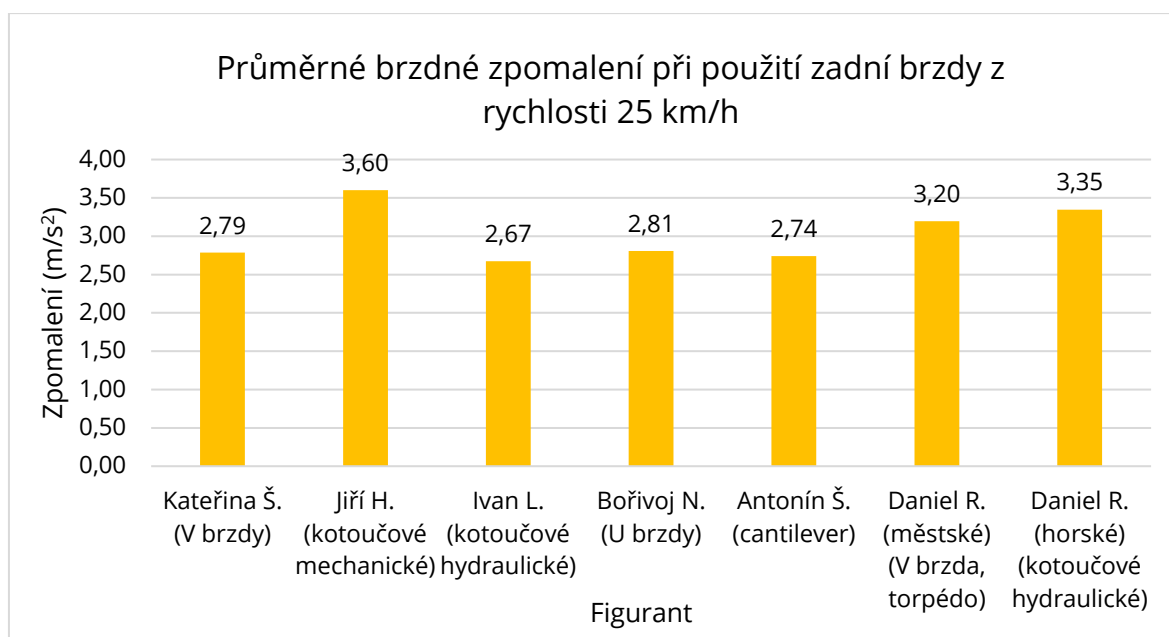
Graf č. 8: Hodnoty brzdného zpomalení za použití přední brzdy z rychlosti 20 km/h

Graf č. 9 zobrazuje hodnoty průměrného brzdného zpomalení při použití přední i zadní brzdy z rychlosti 20 km/h. Hodnoty brzdného zpomalení jsou odlišné z důvodu rozdílné účinnosti brzd, provedením brzd a rozdílného počátku brzdění, kdy jezdec mohl začít brzdit dříve nebo později, než bylo stanoveno. Nejmenší brzdné zpomalení 4,32 m/s² bylo naměřeno jezdce Kateřinou Š. na horském kole se špalíkovými V brzdami. Nejvyšší hodnota 9,55 m/s² byla naměřena jezdci Danieli R. na horském kole s kotoučovými hydraulickými brzdami. Jízdní kolo bylo poměrně nové a kotoučové hydraulické brzdy jsou velmi účinné, proto je možné takového zpomalení dosáhnout.



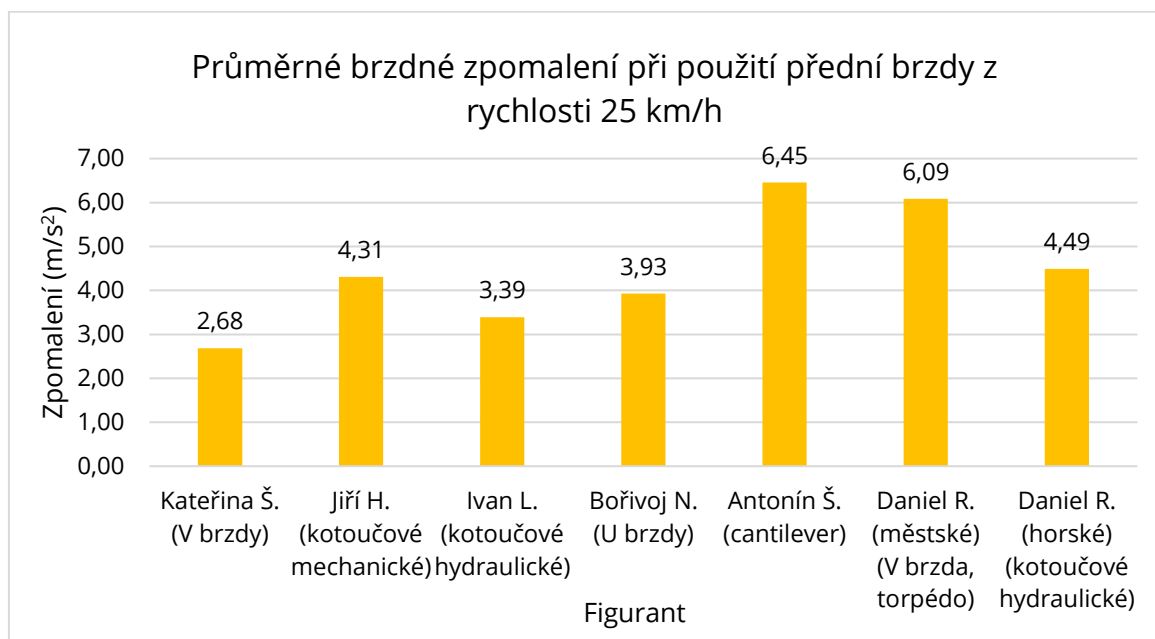
Graf č. 9: Hodnoty brzdného zpomalení za použití přední i zadní brzdy z rychlosti 20 km/h

Graf č. 10 zobrazuje hodnoty průměrného brzdného zpomalení při použití zadní brzdy z rychlosti 25 km/h. Hodnoty všech figurantů nabývají téměř srovnatelných hodnot v intervalu 3–4 m/s².



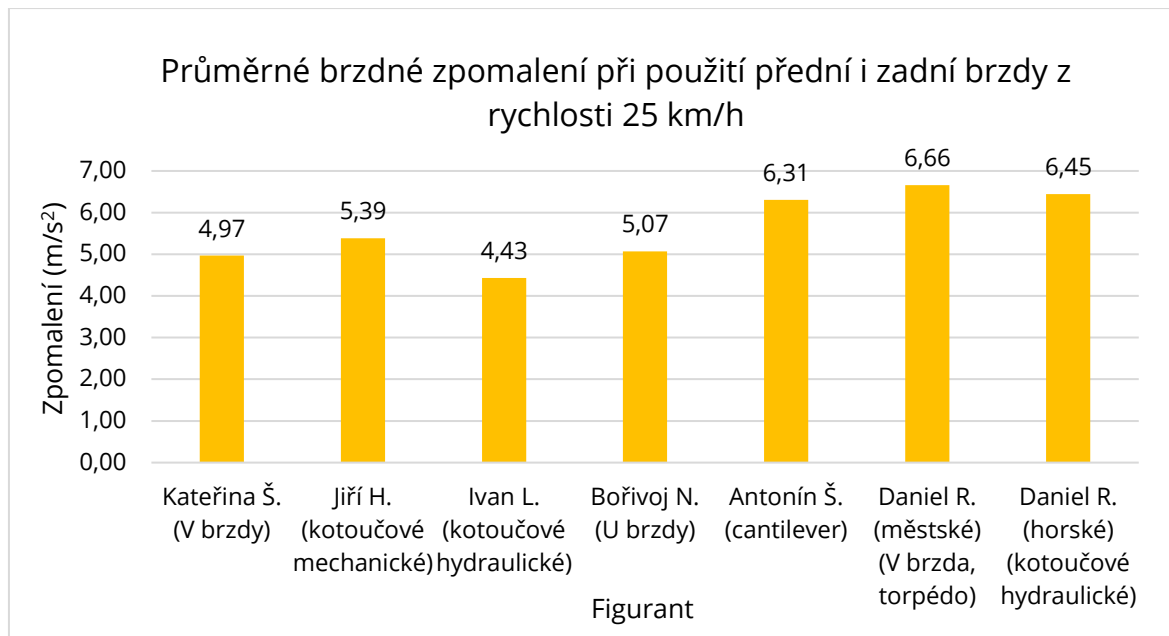
Graf č. 10: Hodnoty brzdného zpomalení za použití zadní brzdy z rychlosti 25 km/h

Graf č. 11 znázorňuje průměrné brzdné zpomalení z rychlosti 25 km/h při použití přední brzdy. Nejnižší hodnoty brzdného zpomalení 2,68 m/s² dosáhla jezdyně Kateřina Š. na horském kole se špalíkovými V brzdami. Nejvyšší hodnota zpomalení 6,45 m/s² byla naměřena jezdcí Antonínu Š. na cyklokrosové kole s brzdami cantilever. Hodnoty brzdného zpomalení jsou odlišné z důvodu rozdílné účinnosti brzd, provedení brzd a rozdílného počátku brzdění, kdy jezdec mohl začít brzdit dříve nebo později, než bylo stanoveno.



Graf č. 11: Hodnoty brzdného zpomalení za použití přední brzdy z rychlosti 25 km/h

Graf č. 12 zobrazuje průměrné brzdné zpomalení z rychlosti 25 km/h při použití přední i zadní brzdy. Při tomto měření dosahují první čtyři jezdci podobných hodnot okolo 5 m/s². Poslední tři jezdci dosahují také téměř srovnatelných hodnot okolo 6 m/s². Nejnižší brzdné zpomalení 4,43 m/s² bylo naměřeno u jezdce Ivana L. na elektrokole s hydraulickými kotoučovými brzdami.

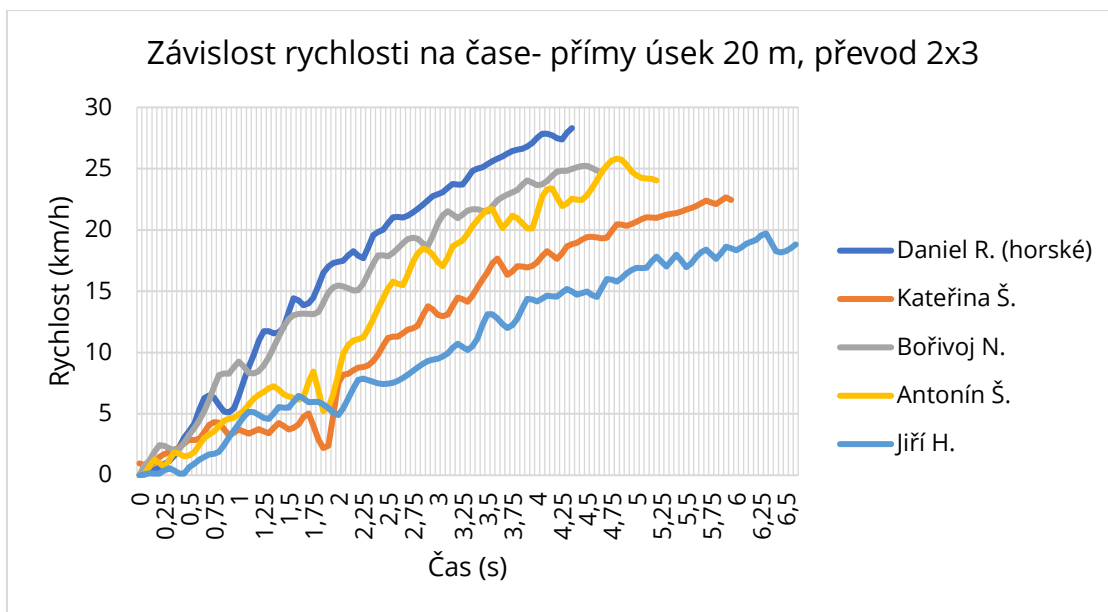


Graf č. 12: Hodnoty brzdného zpomalení za použití přední i zadní brzdy z rychlosti 25 km/h

2.4.2 Akcelerace

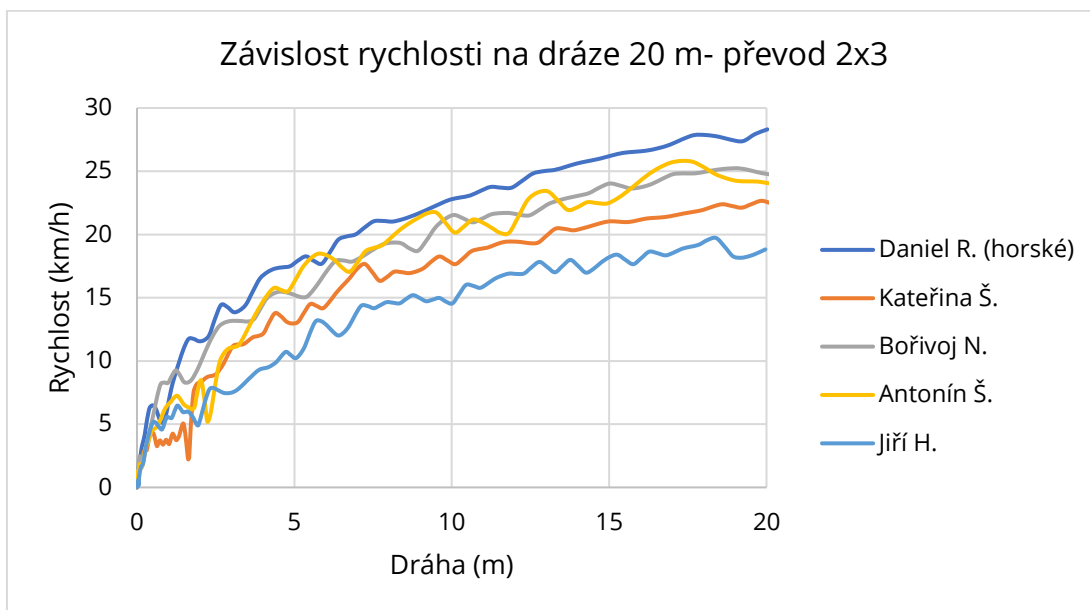
Hodnoty pro akceleraci byly vzaty z dat, které byly VBOX Sport. Data byla analyzována v programu a následně exportována do excelu, kde byly hodnoty upraveny pro potřeby grafů. Výsledné hodnoty zrychlení jsou závislé na fyzické zdatnosti daného jezdce a jeho zkušenostech, na typu kola a pláště pneumatik a na převodovém poměru. Grafy jsou řazeny postupně, nejprve jsou zde znázorněny hodnoty získané na přímém úseku, poté na obloucích o poloměru 3 a 6 metrů. Nejprve je zde zpracována závislost rychlosti na čase, dále závislost rychlosti na dráze, a nakonec jsou výsledné hodnoty zrychlení shrnuty do sloupcového grafu pro vzájemné porovnání. Grafy zrychlení na vybrané převody všech jezdců jsou uvedeny v **příloze č. 4** této práce. Elektrokolo jezdce Ivana L. bylo z uvedených hodnot vyjmuta, z důvodu zkreslování výsledných hodnot a bylo analyzováno samostatně.

Graf č. 13 znázorňuje závislost rychlosti na čase na přímém úseku o délce 20 metrů. Zrychlování probíhalo na převodový stupeň 2x3. Nejvyšší rychlosti a nejrychlejšího času bylo dosaženo u jezdce Daniela R. na horském kole, kterému byla na konci úseku naměřena rychlost 28 km/h a čas 4,35 sekundy. Nejmenší rychlost 19 km/h byla zaznamenána u jezdce Jiřího H. s časem 6,60 sekundy. Rychlostní rozdíl mezi oběma jezdci byl způsoben značným věkovým rozdílem a odlišnou fyzickou zdatností, přičemž oba jezdci byli zařazeni mezi průměrné jezdce. Jízdní kola obou jezdců byla horská.



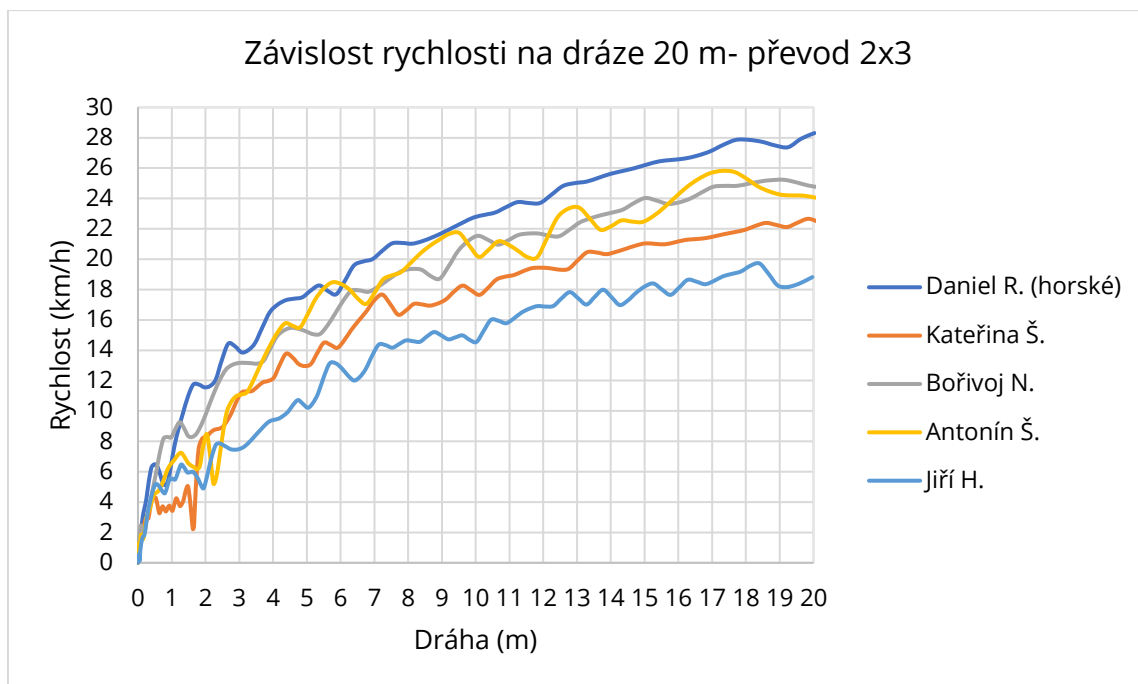
Graf č. 13: Závislost rychlosti na čase při jízdě v přímém směru na převod 2x3

Graf č. 14 znázorňuje závislost rychlosti na dráze o délce 20 metrů na převodový stupeň 2x3. Zde je opět patrná nejvyšší rychlost jezdce Daniela R. na horském kole.



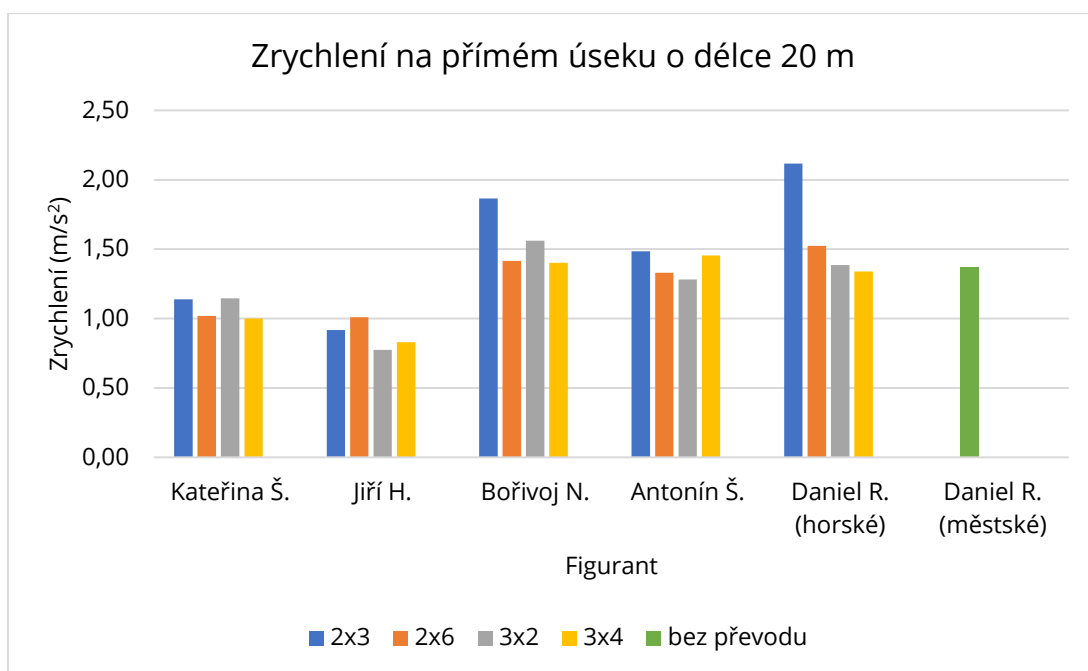
Graf č. 14: Závislost rychlosti na dráze 20 m, převod 2x3

Graf č. 15 zobrazuje závislost rychlosti na dráze na úseku dlouhém 20 metrů, tak jako předchozí graf, při zařazeném převodovém stupni 2x3. Na následujícím grafu jsou hodnoty dráhy na vodorovné ose grafu rozděleny po 1 metru a rychlost na svislé ose grafu po 2 km/h.



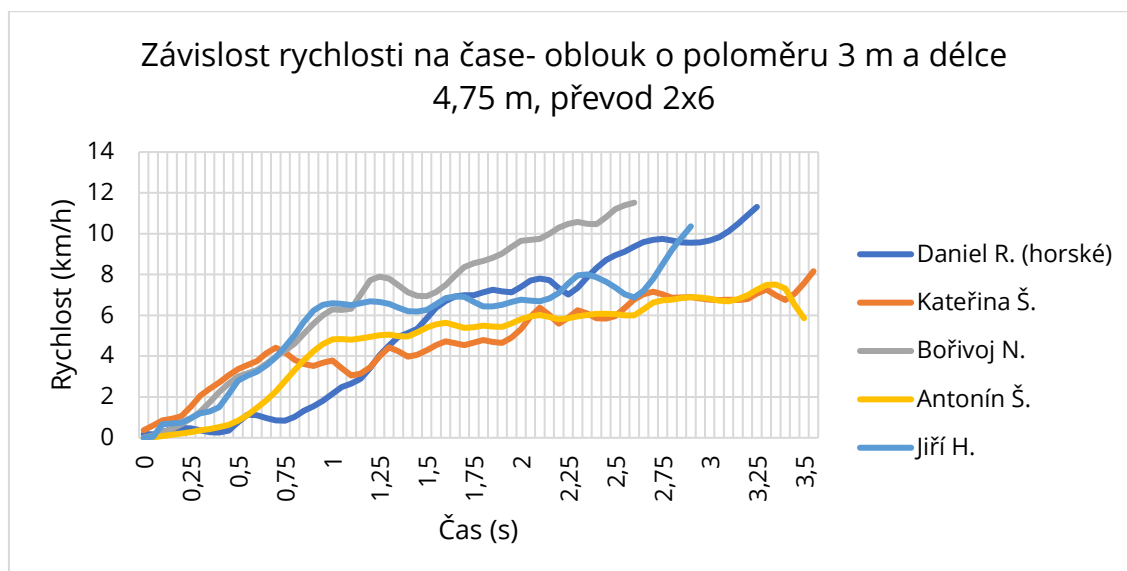
Graf č. 15: Závislost rychlosti na dráze 20 m, převod 2x3 (rozděleno po 1 m)

Graf č. 16 zobrazuje zrychlení na přímém úseku o délce 20 m u jednotlivých účastníků měření na vybrané převodové stupně. Městské kolo Daniela R. nebylo vybaveno vybranými převody, a proto je v grafu označeno odlišnou barvou. Nejvyšší srovnatelné hodnoty zrychlení byly zaznamenány u jezdce Bořivoje N. na silničním kole, Daniela R. na horském kole a Antonína Š. na cyklokrosovém kole. Antonín Š. a Daniel R. jsou stejné věkové kategorie a obdobnou fyzickou kondicí, proto jejich výsledky dosahují srovnatelných hodnot. Bořivoj N. na silničním kole i přes znatelnou věkovou hranici dosáhl srovnatelných výsledků s již zmíněnými jezdci. Tento fakt byl způsoben typem kola, profesionálními zkušenosti a vzhledem k věku dobrou fyzickou kondicí jezdce Bořivoje N.



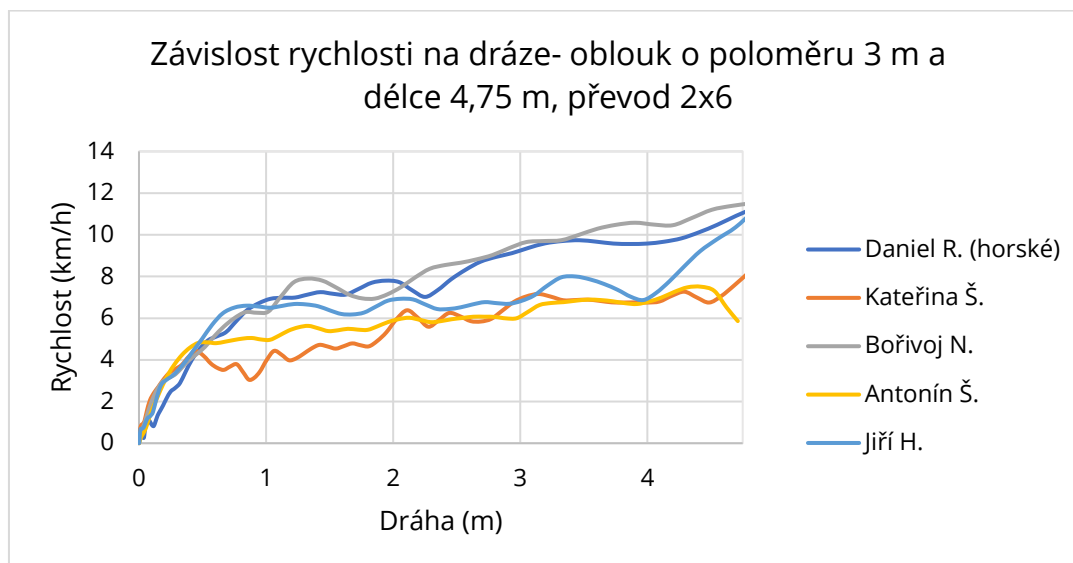
Graf č. 16: Zrychlení při jízdě na přímém úseku o délce 20 m

Graf č. 17 znázorňuje závislost rychlosti na čase při jízdě obloukem o poloměru 3 metry a délce 4,75 metru. Na tomto oblouku byly zaznamenány u některých jezdců značné problémy s dodržení požadované dráhy, když při snaze co nejvíce zrychlit z dané dráhy vyjeli. V takovém případě se měření opakovala. V této disciplíně byla nejvyšší rychlost 12 km/h zaznamenána u jezdce Bořivoje N. na silničním kole s nejrychlejším časem 2,6 sekundy.



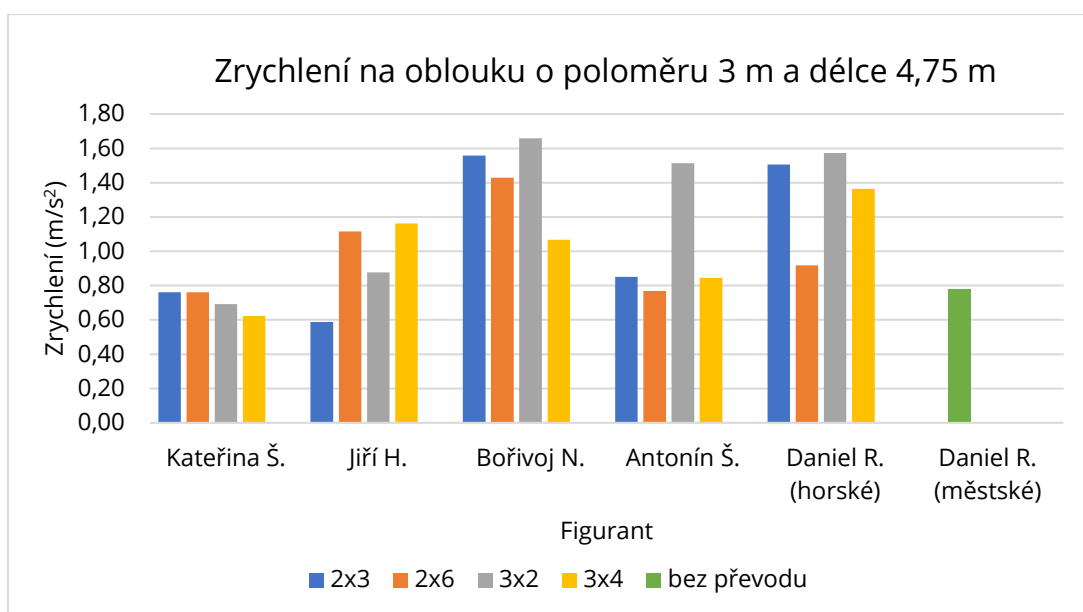
Graf č. 17: Závislost rychlosti na čase při jízdě obloukem o poloměru 3 m na převod 2x6

Graf č. 18 znázorňuje závislost rychlosti na dráze na oblouku o poloměru 3 m a délce 4,75 metru na převodový stupeň 2x6. Zde je opět patrná nejvyšší rychlost u jezdce Bořivoje N. na silničním kole, avšak srovnatelných hodnot bylo dosaženo i u jezdců Jiřího H. a Daniela R. na horských kolech.



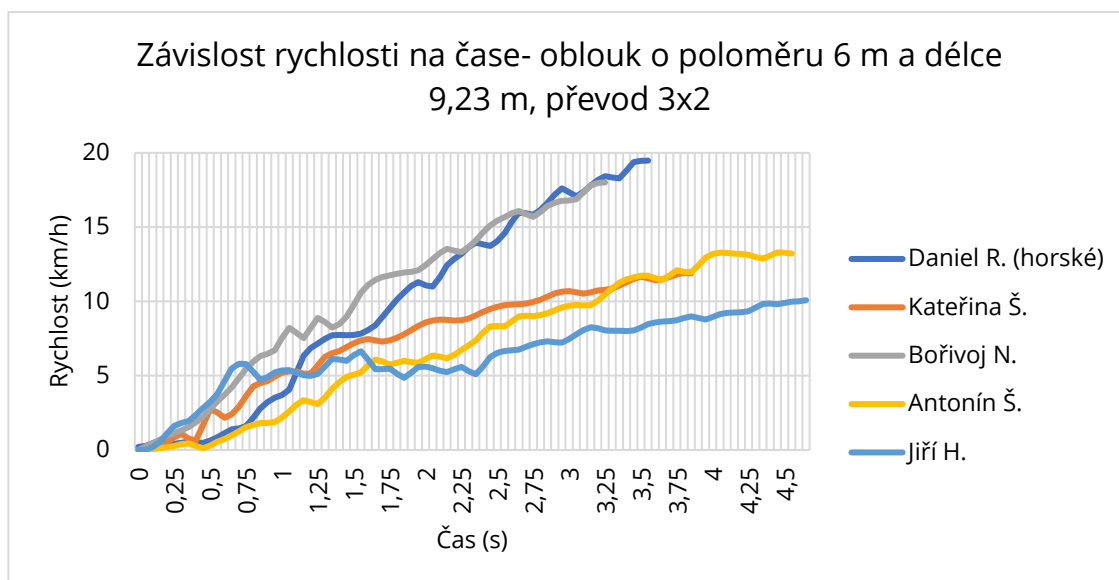
Graf č. 18: Závislost rychlosti na dráze – oblouk o poloměru 3 m a délce 9,23 m, převod 2x6

Graf č. 19 znázorňuje výsledné zrychlení na oblouku o poloměru 3 metry a délce 4,75 metru. V grafu jsou znázorněni všichni účastníci a jejich výsledná hodnota zrychlení na daný převodový stupeň. Z grafu je patrné, že vyšších rychlostí na oblouku o poloměru 3 metry, dosahovali jezdci spíše při nižších převodových stupních, kdy pro ně bylo jednodušší se do daného oblouku rozjet. Vyšších hodnot zrychlení dosahovali jezdci s vyšší fyzickou kondicí, s většími zkušenostmi či na silničním kole, jako Bořivoj N.



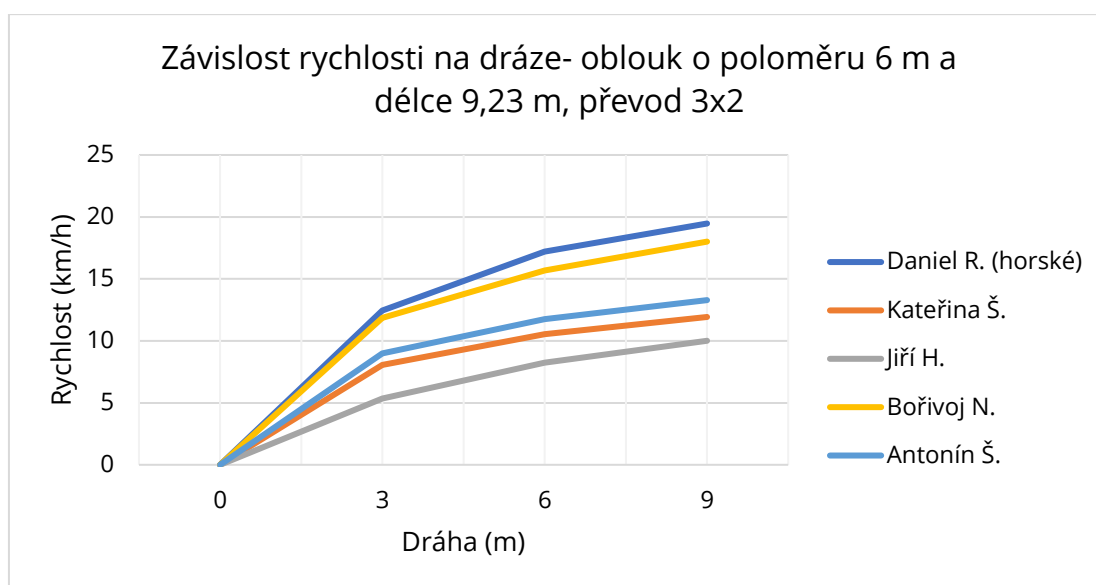
Graf č. 19: Zrychlení při jízdě obloukem o poloměru 3 m a délce 4,75 m

Graf č. 20 zobrazuje závislost rychlosti na čase na oblouku o poloměru 6 metrů a délce 9,23 metrů na převodový stupeň 3x2. Nejvyšší dosažená rychlost 19 km/h zde byla naměřena u jezdce Daniela R. na horském kole. Druhá nejvyšší rychlost 18 km/h byla naměřena u jezdce Bořivoje N. na silničním kole, který dosáhl rychlejšího času o 0,3 sekundy než jezdec Daniel R. Tato situace byla způsobena pomalejším rozjezdem jezdce Daniela R. na horském kole, jak je patrné z grafu. Nejmenší rychlost byla zaznamenána u jezdce Jiřího H. na horském kole.



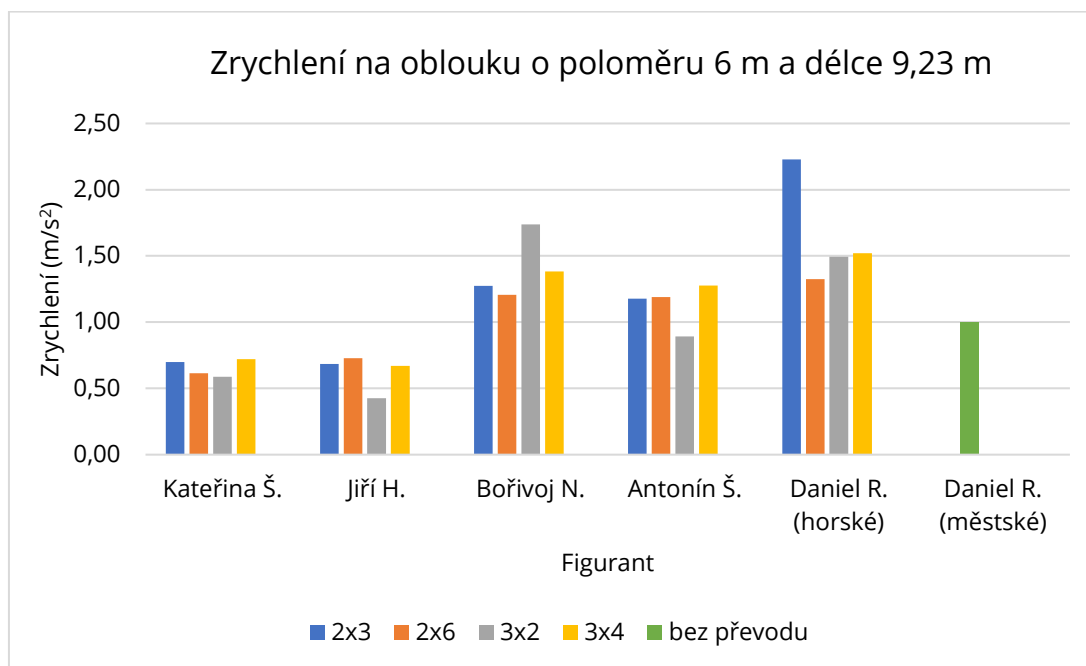
Graf č. 20: Závislost rychlosti na čase při jízdě obloukem o poloměru 6 m na převod 3x2

Graf č. 21 zobrazuje závislost rychlosti na dráze na oblouku o poloměru 6 m a délce 9,23 metru na převodový stupeň 3x2. I z tohoto grafu je patrná nejvyšší rychlost dosažená jezdce Danielem R. na horském kole.



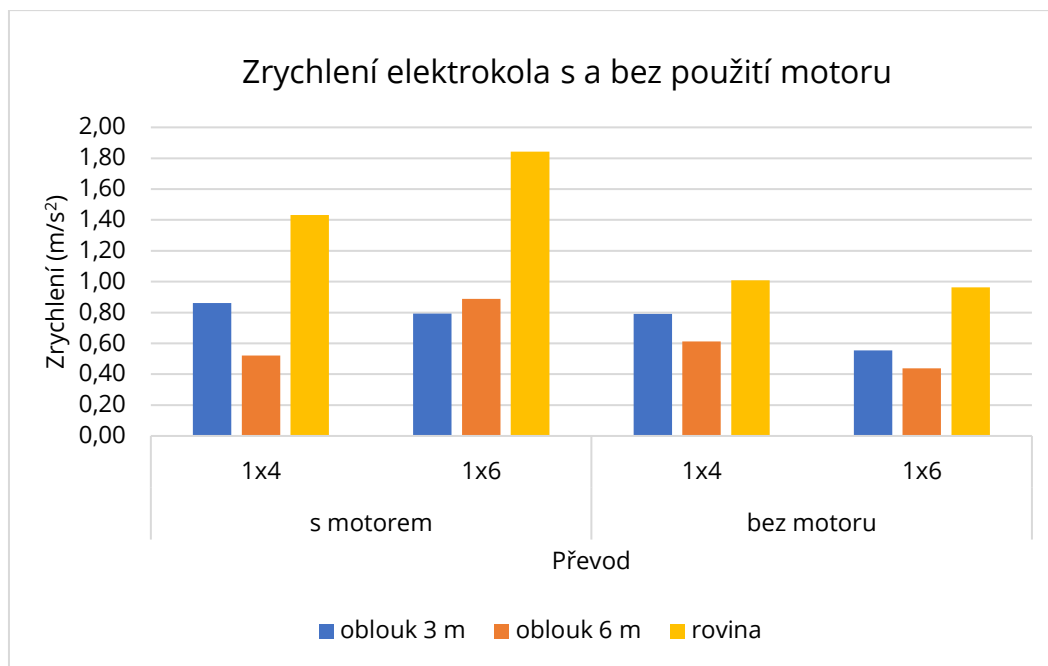
Graf č. 21: Závislost rychlosti na dráze – oblouk o poloměru 6m a délce 9,23 m, převod 3x2

Graf č. 22 zobrazuje výsledné zrychlení všech jezdců na oblouku o poloměru 6 metrů a délce 9,23 metrů, při vybraných převodových stupních. Z následujícího grafu je patrné, že jezdci Kateřina Š. a Jiří H. na horských kolech dosahovali nízkých a srovnatelných hodnot zrychlení, oba jezdci jsou obdobné věkové kategorie. Vyšších hodnot zrychlení dosahovali jezdci Bořivoj N. na silničním kole, Antonín Š. na cyklokrosové kole a Daniel R. na horském kole.



Graf č. 22: Zrychlení při jízdě obloukem o poloměru 6 m a délce 9,23 m

Graf č. 23 zobrazuje zrychlení elektrokola na vybrané převody, je zde znázorněno porovnání v případě, že byl použit při zrychlení motor a v případě kdy motor ke zrychlení nebyl použit. Zrychlení elektrokola bylo vyhodnoceno zvlášť, aby nedocházelo ke zkreslení hodnot s ostatními výsledky. Z grafu je patrné, že největší rozdíl při použití motoru je na rovném úseku o délce 20 metrů, na převodový stupeň 1x6, kdy je bylo zaznamenané zrychlení téměř dvojnásobné. Ve všech disciplínách zrychlení, bylo na elektrokole při použití motoru zaznamenáno vyšší zrychlení než bez jeho použití.



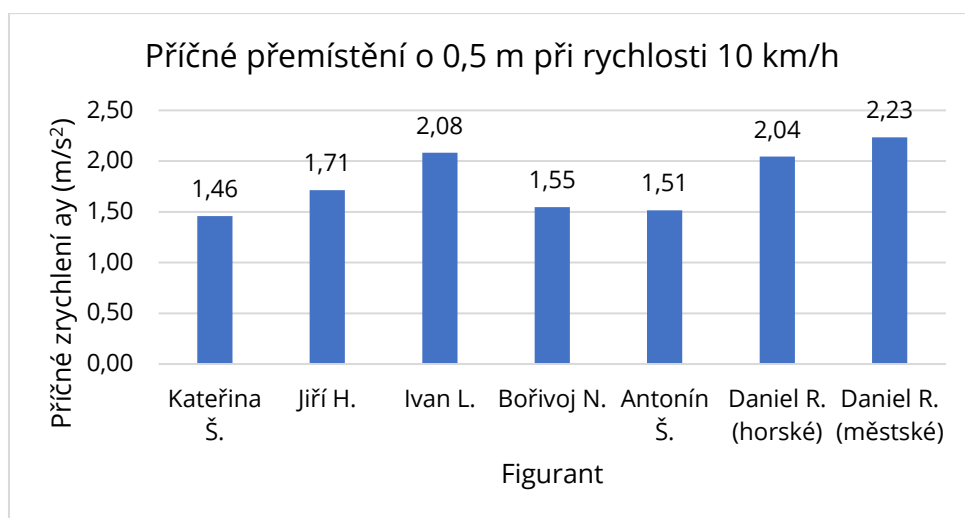
Graf č. 23: Zrychlení elektrokola v oblouku i v přímém směru s a bez použití motoru

2.4.3 Příčné přemístění

Hodnoty příčného přemístění byly zpracovány do grafů, které jsou dále uvedeny. Veškeré hodnoty potřebné pro výpočet příčného přemístění podle Kovaříkova vzorce jsou uvedeny v **příloze č. 4** této práce.

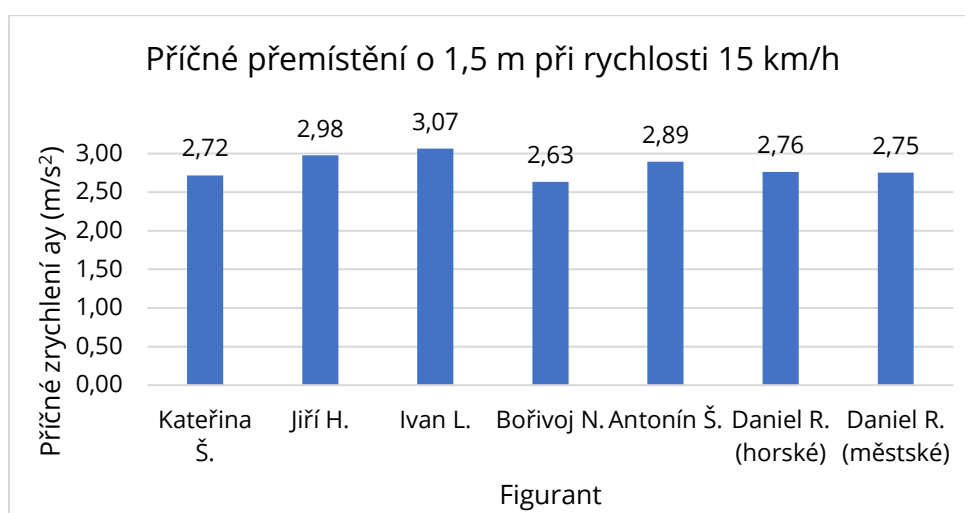
Při příčném přemístění při rychlosti 10 km/h byl manévř započat 1 m před překážkou a příčná vzdálenost při této rychlosti byla 0,5 m. Hodnoty příčného přemístění jsou porovnávány s hodnotami naměřenými Ing. Křenkem, které naměřil ve své diplomové práci. Důležité je zdůraznit, že měření bylo s odlišnými příčnými vzdálenostmi, rovněž započetí manévru probíhalo v odlišných vzdálenostech před překážkou. Nájezdové rychlosti byly stejné. Hodnoty vypočítané Ing. Křenkem při rychlosti 10 km/h se pohybovaly v rozmezí 2,04 až 2,82 m/s². Oproti tomu vlastní naměřené hodnoty příčného zrychlení v této práci se pohybují v rozmezí 1,46 až 2,23 m/s², jsou tedy nižší. Nižší hodnoty mohou být způsobeny menší příčnou vzdáleností či odlišnou skutečnou nájezdovou rychlostí.

V následujícím **grafu č. 24** jsou znázorněny hodnoty příčného přemístění naměřené při rychlosti jezdců 10 km/h. Nejvyšší hodnoty příčného zrychlení 2,23 m/s² nabývá jezdec Daniel R. na městském kole. Nejnižší hodnotu příčného zrychlení 1,46 m/s² nabývá jezdec Kateřina Š. na horském kole.



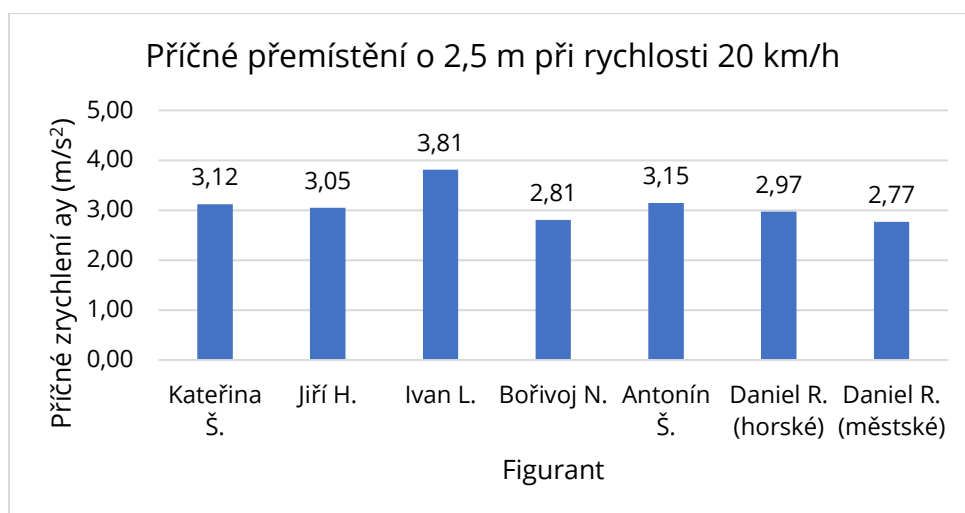
Graf č. 24: Příčné zrychlení při rychlosti 10 km/h

Příčné přemístění o 1,5 m při rychlosti 15 km/h byl manévr započat 3 m před překážkou. Hodnoty naměřené Ing. Křenkem jsou při této rychlosti v rozmezí 1,90–3,01 m/s^2 . Hodnoty naměřené v této práci se pohybují v rozmezí 2,63–3,07 m/s^2 . Zmíněné hodnoty jsou uvedeny v **grafu č. 25**. Nejvyšších hodnot příčného zrychlení nabývá jezdec Ivan L. na elektrokole, a to 3,07 m/s^2 . Oproti tomu nejnižší hodnoty 2,63 m/s^2 nabývá jezdec Bořivoj N. na silničním kole.



Graf č. 25: Příčné zrychlení při rychlosti 15 km/h

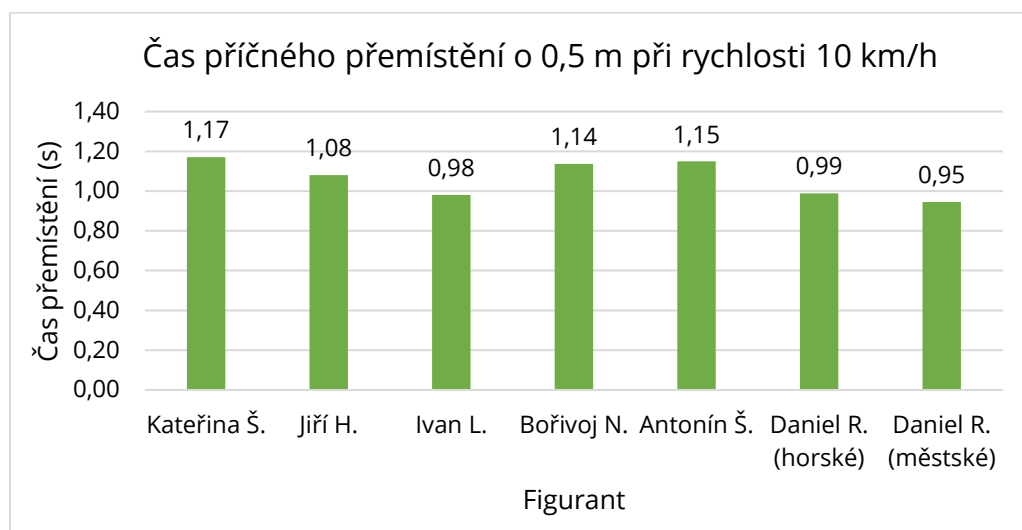
Příčné přemístění o 2,5 m probíhalo při rychlosti 20 km/h a vyhýbací manévr byl započat 5 m před překážkou. Vlastní naměřené hodnoty byly opět porovnány s hodnotami naměřené Ing. Křenkem, uvedenými v kapitole 1.5.4 této práce. Hodnoty naměřené Ing. Křenkem se pohybují v intervalu 2,55–3,58 m/s^2 . Výsledné hodnoty v této práci jsou velmi podobné a pohybují se v intervalu 2,77–3,81 m/s^2 . V **grafu č. 26** jsou uvedeny naměřené hodnoty. Nejnižší hodnoty příčného zrychlení 2,77 m/s^2 nabývá jezdec Daniel R. a nejvyšší hodnoty jezdec Ivan L. 3,81 m/s^2 .



Graf č. 26: Příčné zrychlení při rychlosti 20 km/h

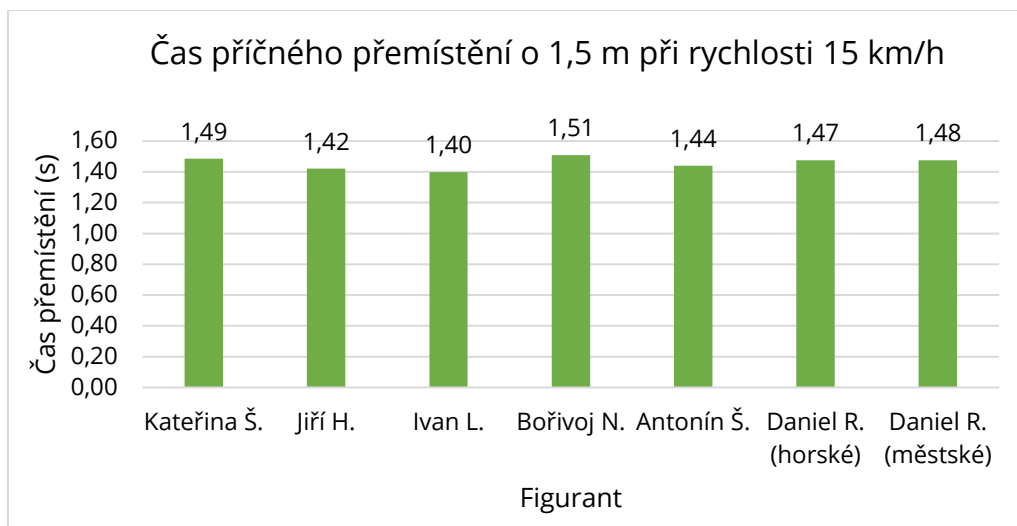
Následují grafy, které znázorňují celkový čas příčného přemístění při rychlostech 10, 15 a 20 km/h. Časy příčného přemístění byly rovněž porovnány s hodnotami naměřenými v diplomové práci Ing. Křenka.

Graf č. 27 znázorňuje celkové časy příčného přemístění u jednotlivých figurantů na jízdních kolech. Časy příčného přemístění při rychlosti 10 km/h se pohybují v intervalu 0,95–1,17 s. Časy naměřené Ing. Křenkem jsou v rozmezí 1,19–1,4 s. Nejrychlejší čas příčného přemístění 0,98 s má jezdec Ivan L. na elektrokole. Nejpomalejší čas příčného přemístění 1,17s má jezdec Kateřina Š. na horském kole.



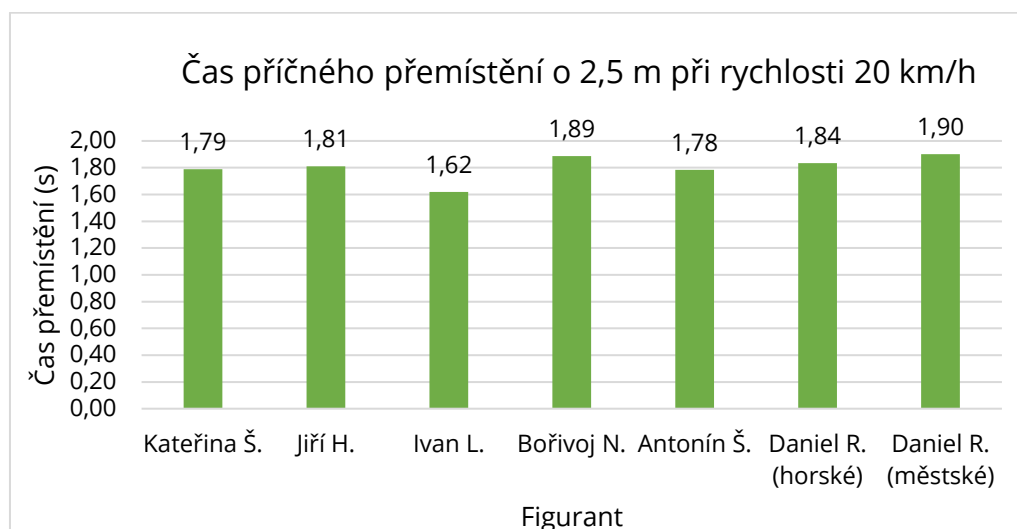
Graf č. 27: Celkový čas příčného přemístění při rychlosti 10 km/h

Graf č. 28 znázorňuje čas příčného přemístění při průjezdové rychlosti 15 km/h. Čas naměřený Ing. Křenkem v diplomové práci byl u všech účastníků měření v intervalu 1,6–2,1 s. Časy naměřené v této práci se pohybují v rozmezí 1,40–1,51 s. Hodnoty naměřené u všech účastníků jsou velmi podobné.



Graf č. 28: Celkový čas příčného přemístění při rychlosti 15 km/h

V **grafu č. 29** jsou znázorněny časy příčného přemístění při rychlosti 20 km/h. Rozmezí celkových naměřených časů je 1,62–1,89s. Časy naměřené v diplomové práci Ing. Křenka jsou v intervalu 1,83–2,17 s. Nejnižší čas 1,62 s byl naměřen jezdcí Ivanu L. na horském kole a nejvyšší 1,90 s jezdcí Danielu R. na městském kole.



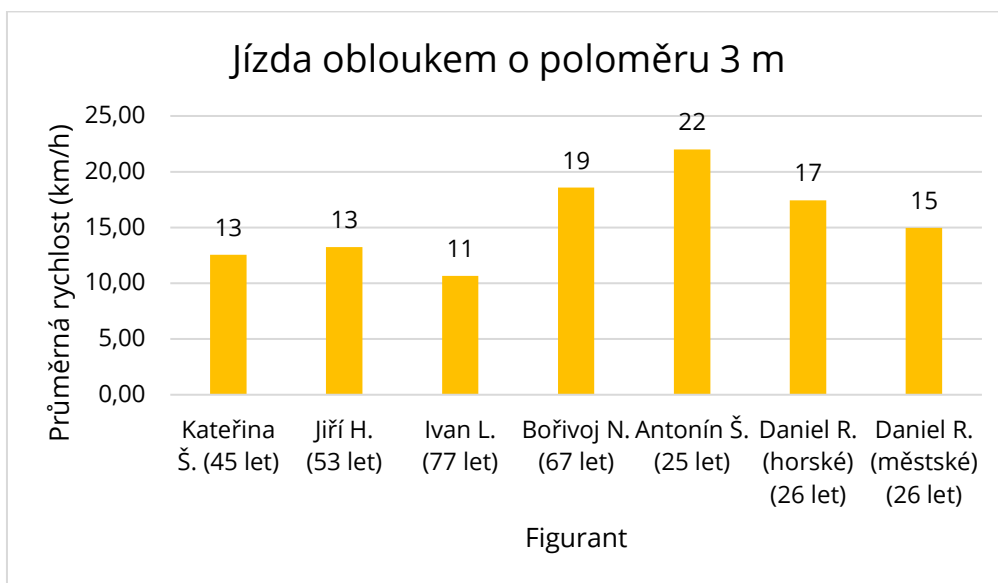
Graf č. 29: Celkový čas příčného přemístění při rychlosti 20 km/h

2.4.4 Jízda obloukem

Při průjezdu obloukem byla zjišťována maximální bezpečná rychlost pro projetí daného oblouku o poloměru 3, 6 a 9 metrů. Rozhodující jsou zde jízdní zkušenosti daných jezdců a případné obavy z pádu. Délky oblouků s jejich poloměry, včetně průměrných rychlostí a celkových časů projetí oblouku, jsou uvedeny v **příloze č. 5** této práce.

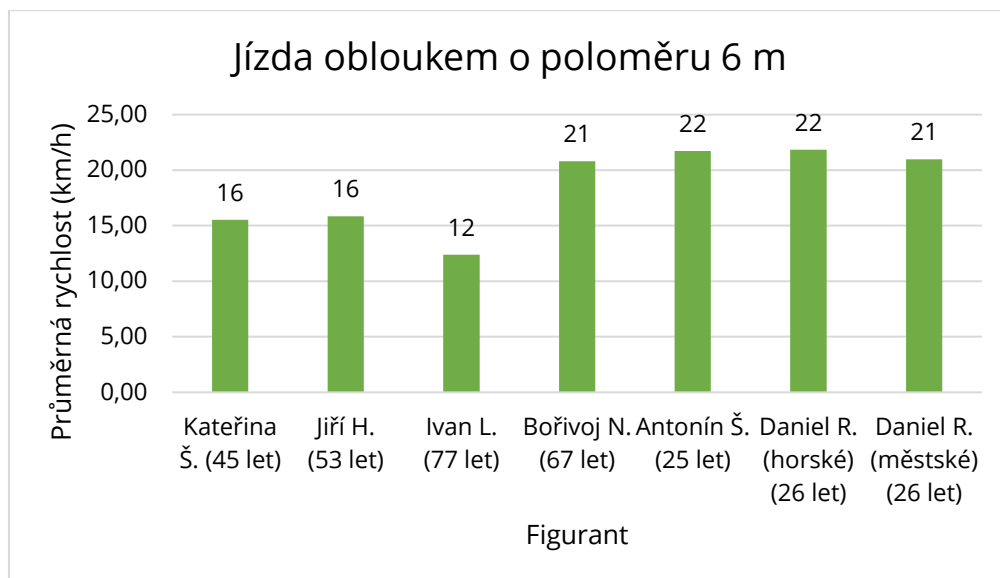
Při porovnání naměřených hodnot Ing. Prčíka na asfaltu, který se ve své diplomové práci rovněž zabýval maximální rychlostí průjezdu obloukem o poloměrech 4, 7 a 11 metrů, jsou změřené hodnoty v této práci obdobné, zejména u oblouku s poloměrem 4 a 3 metry při vynechání extrémní hodnoty u jezdce Antonína Š. Průjezdne rychlosti u oblouků o poloměrech 7 a 6 metrů byly ve srovnatelném intervalu přibližně 12–22 km/h. Porovnání rychlostí u oblouků o poloměrech 11 a 9 metrů nabývá hodnot v následujících intervalech. V práci Ing. Prčíka byly naměřené hodnoty v intervalu 19–23 km/h u mužů a 13–17 km/h u žen. V této práci jsou naměřené hodnoty v intervalu 13–26 km/h.

V následujícím **grafu č. 30** je znázorněna průměrná rychlost průjezdu obloukem o poloměru 3 m u jednotlivých účastníků. Nejnižší rychlost 11 km/h průjezdu obloukem byla zaznamenána u jezdce Ivana L. na elektrokole. Jelikož oblouk o poloměru 3m simuluje pravoúhlou zatáčku, mohla být nízká rychlost způsobena obavou z pádu či nedodržení dané trajektorie, předkreslené na vozovce. Nejvyšší rychlosti dosáhl jezdec Antonín Š. na cyklokrosové kole, který tento oblouk zvládl projet touto rychlostí 22 km/h hned na první pokus. Projeví se zde profesionální zkušenosti jezdce.



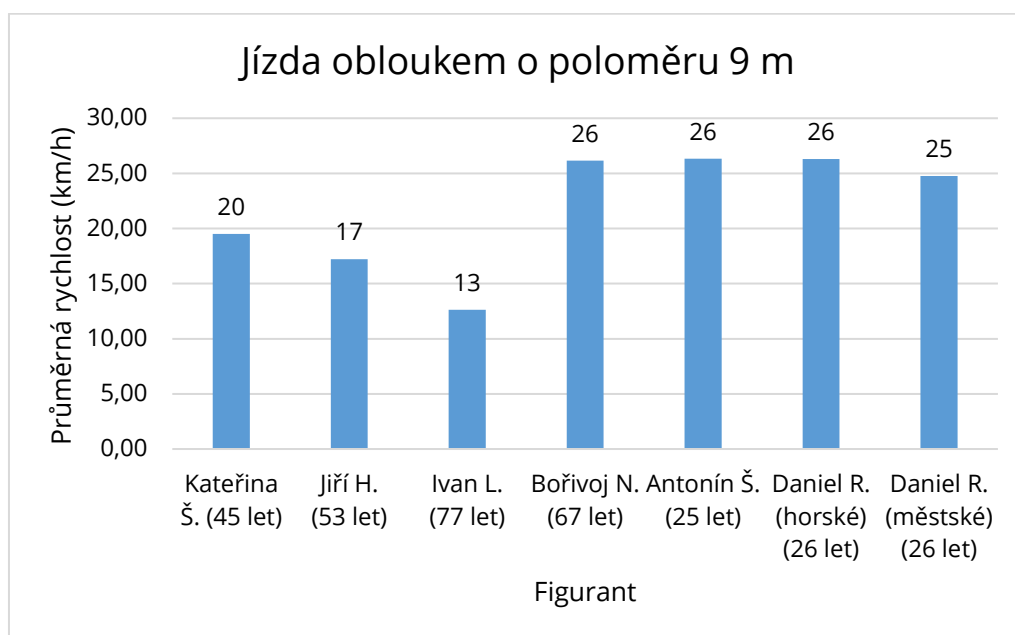
Graf č. 30: Maximální průjezdná rychlost obloukem o poloměru 3 m a délce 4,75m

V **grafu č. 31** je zobrazena průměrná rychlost jízdy obloukem o poloměru 6 metrů. Níže uvedené hodnoty jsou v intervalu 12–22 km/h. Nejnižších hodnot nabývá jezdec Ivan L. na elektrokole, a to rychlost 12 km/h a nejvyšších jezdci Daniel R. a Antonín Š. s rychlostí 22 km/h na horském a cyklokrosové kole.



Graf č. 31: Maximální průjezdná rychlost obloukem o poloměru 6 m a délce 9,23m

Graf č. 32 znázorňuje rychlost jízdy obloukem o poloměru 9 metrů u jednotlivých účastníků. Nejnižší hodnota 13 km/h je opět dosažena u jezdce Ivana L. na elektrokole a nejvyšší 26 km/h u jezdce Antonína Š. na cyklokrosové kole. Srovnatelných rychlostí okolo 26-ti km/h dosahovali jezdci Bořivoj N. na silničním kole, Antonín Š. a Daniel R. na horském kole.

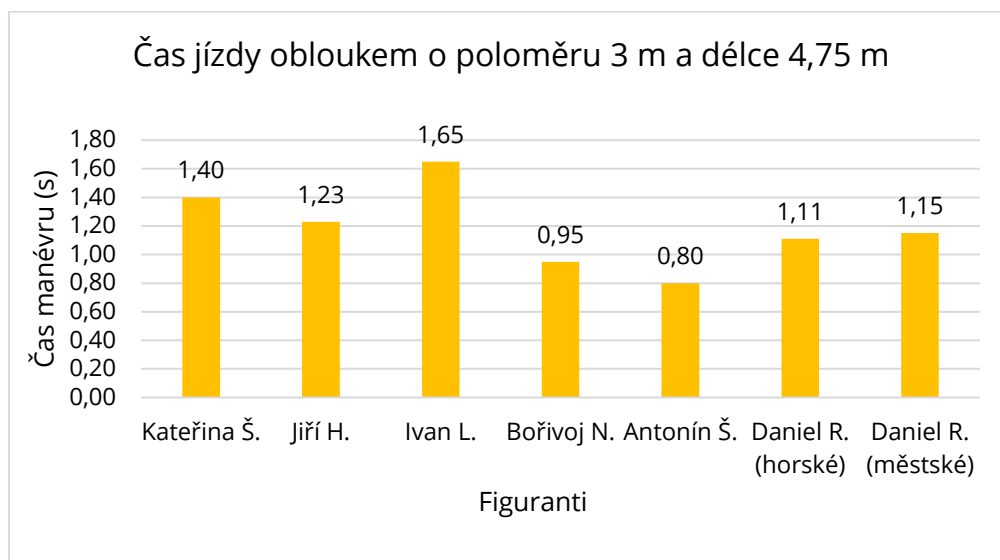


Graf č. 32: Maximální průjezdná rychlost obloukem o poloměru 9m a délce 13,73m

Z výše uvedených grafů je patrné, že vyšších hodnot rychlostí nabývají jezdci nižší věkové kategorie, u kterých se neprojevovala obava z pádu, ale spíše snaha o co nejlepší výsledek, a jezdci s profesionálními zkušenostmi.

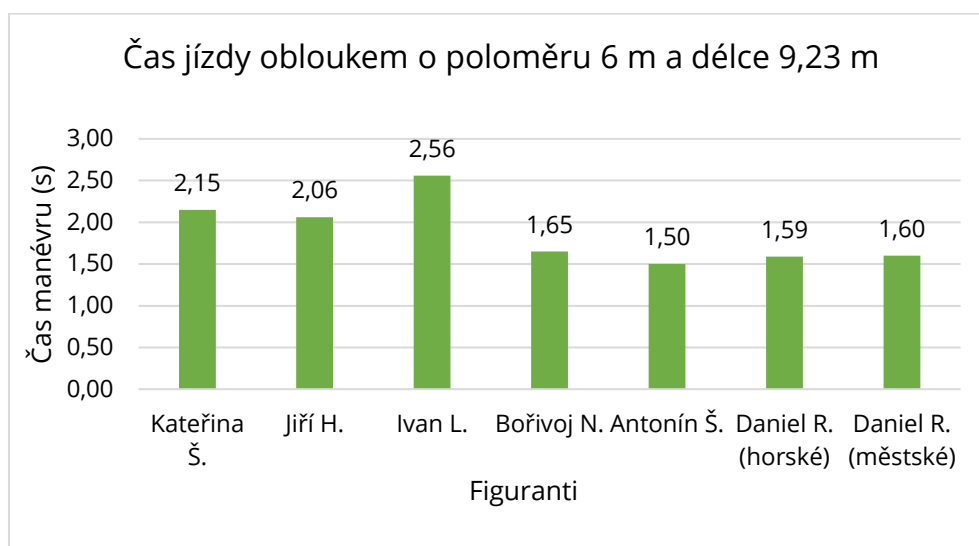
Následující grafy, které znázorňují čas potřebný pro projetí oblouku maximální možnou rychlostí.

Graf č. 33 znázorňuje čas potřebný pro projetí oblouku o poloměru 3 metry a délce 4,75 metru. Nejnižšího času dosáhl jezdec Antonín Š., který dokázal projet obloukem za 0,80 s. Nejpomalejší v této disciplíně byl jezdec Ivan L., který projel obloukem v čase 1,65 s. Čas potřebný k projetí oblouku je závislý na rychlosti, kterou jezdec daným obloukem projíždí. Důležité jsou zde také jízdní zkušenosti jezdce, fyzická zdatnost a případné obavy z pádu.



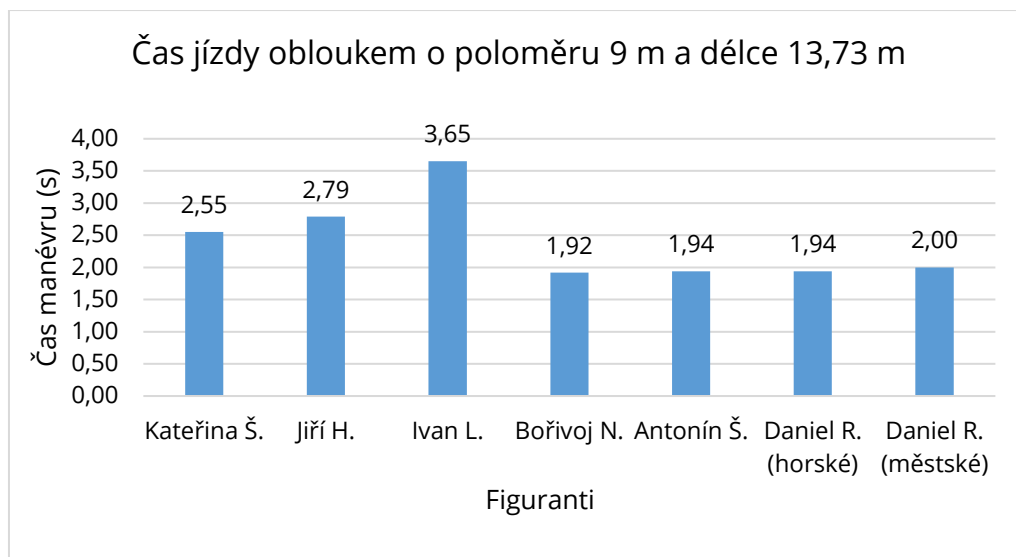
Graf č. 33: Celkový čas jízdy obloukem o poloměru 3m a délce 4,75m

Graf č. 34 zobrazuje celkový čas jízdy obloukem o poloměru 6 metrů a délce 9,23 metrů naměřený u jednotlivých účastníků. Nejrychlejší čas 1,50 s pro průjezd obloukem byl naměřen u jezdce Antonína Š. na cyklokrosové kole. Nejpomalejší byl jezdec Ivan L. na elektrokole, který dokázal projet obloukem za 1,65 s. Čas potřebný k projetí oblouku je závislý na rychlosti, kterou jezdec daným obloukem projíždí. Důležité jsou zde i jízdní zkušenosti jezdce, fyzická zdatnost a případné obavy z pádu.



Graf č. 34: Celkový čas jízdy obloukem o poloměru 6m a délce 9,23m

Graf č. 35 zobrazuje čas jízdy obloukem o poloměru 9 metrů a délce 13,73 metrů. Nejrychlejší v této disciplíně byl jezdec Bořivoj N. s časem 1,92 s. Avšak srovnatelných hodnot dosahovali i jezdci Antonín Š. na cyklokrosovém kole a Daniel R. na horském i městském kole. Nejpomalejší čas 3,65 s byl zaznamenán u jezdce Ivana L. na elektrokole.



Graf č. 35: Celkový čas jízdy obloukem o poloměru 9m a délce 13,73m

2.4.5 Ohlédnutí za sebe

V tabulce č. 20 je znázorněno vychýlení jezdce při ohlédnutí před zahájením změny směru jízdy. Je zde zapsána požadovaná rychlost jezdce a jeho skutečná rychlost jízdy při ohlédnutí, tak aby byly výsledky co nejpřesnější. Je značné, že jezdci se požadovanou rychlost snažili dodržet co nejpřesněji, jelikož se skutečná rychlost od požadované liší pouze o ± 1 km/h. Jak je patrné z tabulky, vychýlení jezdce při ohlédnutí bylo zaznamenáno na levou i pravou stranu. Nejčastěji se jezdec vychyloval z předem stanovené dráhy buď na levou nebo pravou stranu, jen v málo případech se jezdec vychýlil do obou stran. Vychýlení do obou stran bylo způsobeno přehnanou snahou jezdce vrátit se do původního směru jízdy, čímž se vychýlili do opačného směru. Na vychýlení cyklisty má značný vliv styl ohlédnutí, tedy zda se cyklista ohlédnou pouze otočením hlavy nebo celým trupem.

Nejmenšího vychýlení 0,05 m při rychlosti 15 km/h bylo dosaženo u jezdce Bořivoje N. na silničním kole. Při rychlosti 20 km/h bylo naměřeno nejmenší vychýlení 0,1 m naměřeno u jezdce Bořivoje N., Antonína Š. a Daniela R. na horském i městském kole. Při rychlosti 25 km/h bylo nejmenší vychýlení 0,05 m naměřeno u jezdce Antonína Š. na cyklokrosovém kole.

Největší vychýlení 0,25 m při rychlosti 15 km/h bylo naměřeno u jezdce Jiřího H. na horském kole a Daniela R. na městském kole. Při rychlosti 20 km/h se nejvyšší hodnota pohybovala okolo 0,2 metru. Při rychlosti 25 km/h bylo největší vychýlení 0,4 m naměřeno jezdce Kateřiny Š. na horském kole.

Z uvedených hodnot je možné vyvodit následující poznatky. Při ohlédnutí cyklisty za sebe ztrácí cyklista přehled o situaci před sebou, čímž ztrácí stabilitu a zvyšuje se jeho vychýlení a amplituda pohybu. Jízdní manévr ohlédnutí cyklisty, je tedy nebezpečný jak pro samého cyklisty, tak i pro ostatní účastníky silničního provozu.

Tab. č. 20: Vychýlení při ohlédnutí jezdce před změnou směru jízdy

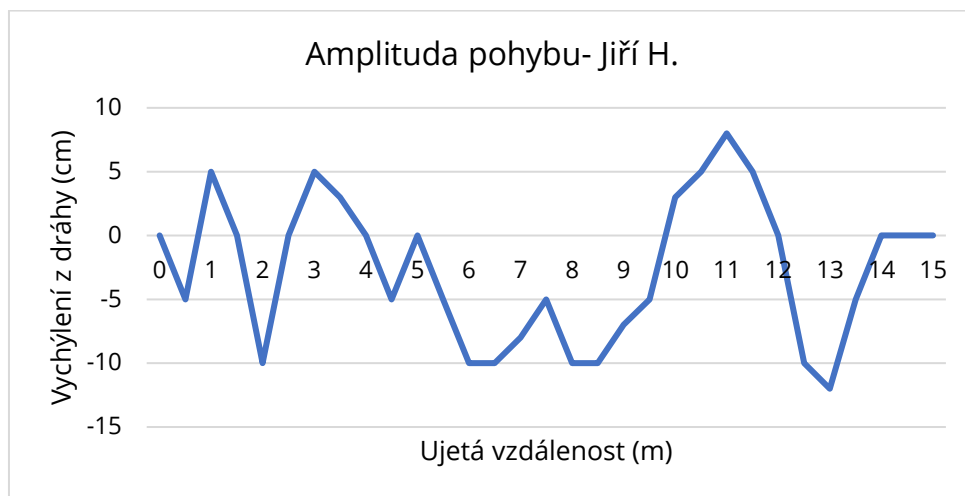
Figurant	Rychlost (km/h)	Vychýlení (m)			Skutečná rychlost při ohlédnutí (km/h)
		Vlevo	Vpravo	Celkem	
Kateřina Š.	15	0	0,25	0,25	16,1
	20	0	0,20	0,20	20,5
	25	0,30	0,10	0,40	24,6
Jiří H.	15	0,05	0,20	0,25	15,6
	20	0,15	0,05	0,20	19,0
	25	0	0,10	0,10	24,4
Ivan L.	15	0,20	0	0,20	17,0
	20	0,20	0	0,20	21,6
	25	0,10	0	0,10	24,8
Bořivoj N.	15	0,05	0	0,05	16,0
	20	0,10	0	0,10	19,7
	25	0,25	0,10	0,35	24,5
Antonín Š.	15	0	0,20	0,20	15,8
	20	0	0,10	0,10	19,4
	25	0,05	0	0,05	24,1
Daniel R. (horské)	15	0	0,20	0,20	16,0
	20	0,10	0	0,10	21,2
	25	0,15	0	0,15	26,3
Daniel R. (městské)	15	0,10	0,15	0,25	15,7
	20	0	0,10	0,10	20,7
	25	0	0,20	0,20	23,5

2.4.6 Jízda do kopce

První část měření amplitudy pohybu při jízdě do kopce spočívala, po rozjezdu jezdce, v jízdě při požadované konstantní rychlosti 5 km/h. Jezdci, jejichž jízdní kola byla vybavena tachometry, si kontrolovali požadovanou rychlost na tachometru. Jezdci, jejichž jízdní kola nebyla vybavena tachometry, se řídili hlasem pomocníka, který jim aktuální rychlost hlásil z aplikace v mobilním telefonu napojenou přes Bluetooth na VBOX Sport.

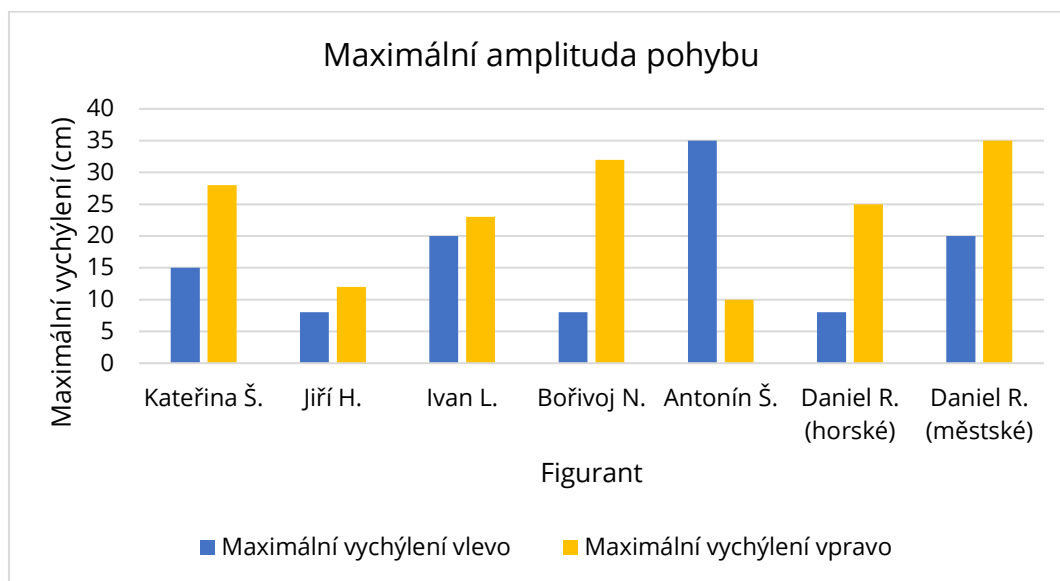
Graf č. 36 znázorňuje amplitudu pohybu jezdce Jiřího H. Je zde patrné vychýlení vlevo i vpravo mimo vyznačenou dráhu. Jelikož bylo po jezdci požadováno udržení stálé rychlosti, bylo pro něj těžší udržet danou stopu. Jezdec Jiří H. jel na horském kole a jeho jízdní zkušenosti byly průměrné. Z grafů

uvedených v **příloze č. 7**, kde jsou uvedeny amplitudy pohybu všech účastníků měření, lze říct, že při jízdě do kopce po asfaltovém povrchu nezáleží na druhu jízdního kola. Projevují se zde jízdní zkušenosti jezdce a fyzická zdatnost jednotlivých účastníků.



Graf č. 36: Amplituda pohybu při jízdě do kopce konstantní rychlostí – Jiří H.

Graf č. 37 zobrazuje maximální amplitudu pohybu u jednotlivých jezdců, která je rozdělena na vychýlení vlevo a vpravo. Maximální vychýlení vlevo bylo zaznamenáno u jezdce Antonína Š. na cyklokrosové kole, a to 35 cm, tak velké vychýlení bylo spíše ojedinělé, jelikož se jezdci více vychylovali vpravo. Největší vychýlení vpravo bylo naměřeno u jezdce Daniela R. na městském kole. Velmi malé vychýlení asi 10 cm vlevo i vpravo bylo naměřeno u jezdce Jiřího H. na horském kole. Nejmenší vychýlení 10 cm vpravo bylo naměřeno jezdci Antonínu Š. na cyklokrosové kole. Velikost vychýlení a jeho směr je závislé na šlapání cyklisty.

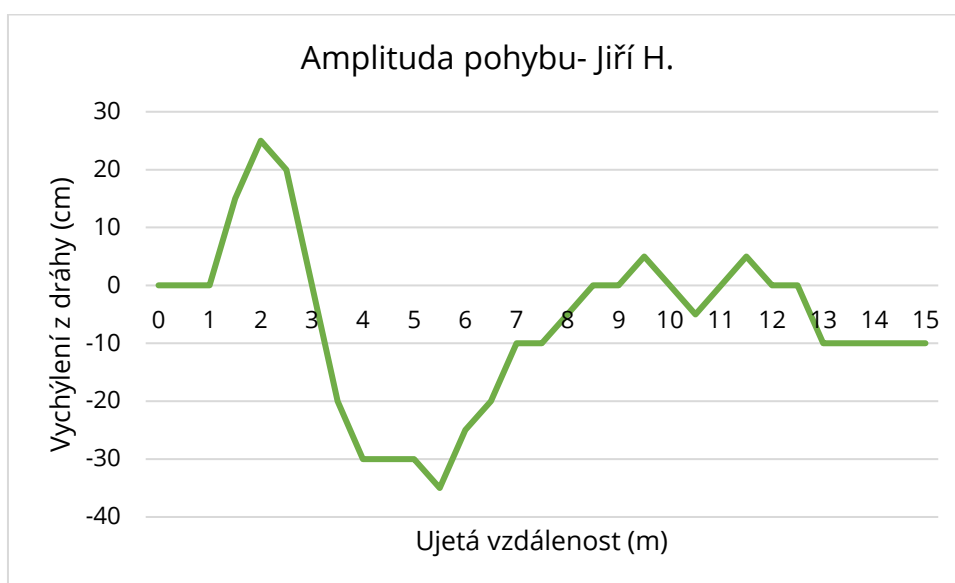


Graf č. 37: Porovnání maximální amplitudy pohybu při jízdě do kopce konstantní rychlostí

Druhá část měření jízdy do kopce spočívala ve zrychlování do kopce, přičemž byla opět sledována amplituda pohybu. Jezdec měl tedy v této disciplíně co nejrychleji dané stoupání vyjet.

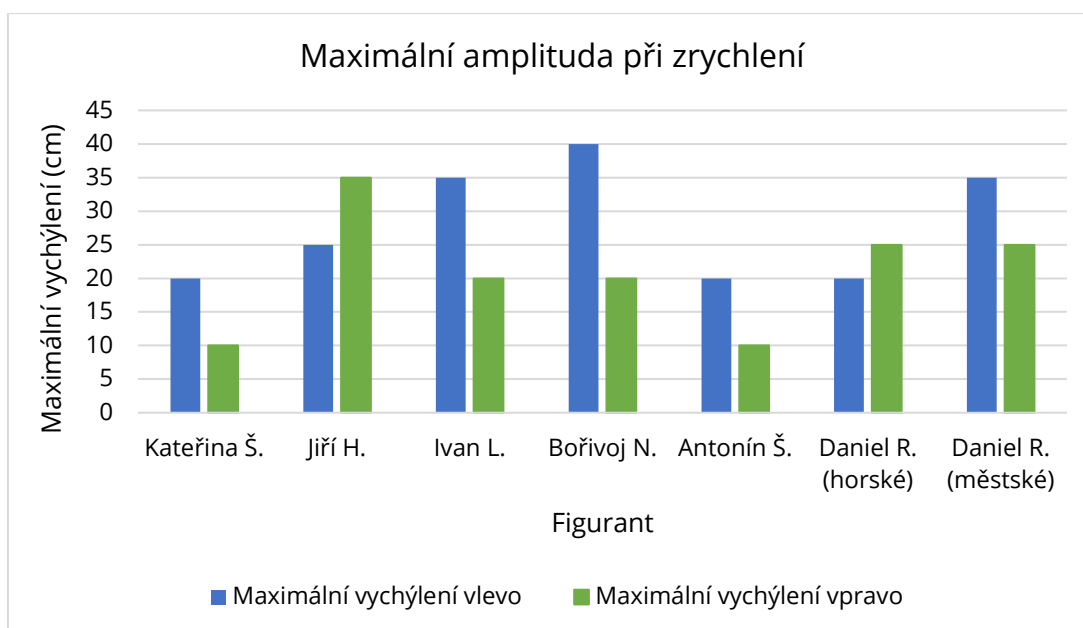
Graf č. 38, znázorňuje opět amplitudu pohybu jezdce Jiřího H. na horském kole. Amplituda pohybu stejného jezdce zde byla vybrána záměrně, za účelem porovnání jízdy do kopce konstantní rychlostí a jízdy do kopce zrychlováním. Z uvedeného grafu je patrné, že vychýlení z vyznačené dráhy bylo největší při rozjezdu a při zvyšující se rychlosti se vychýlení zmenšovalo.

Grafy, znázorňující amplitudu pohybu jednotlivých jezdců, jsou uvedeny v **příloze č. 7** této práce. Z grafů uvedených v příloze lze opět říct, že při jízdě do kopce po asfaltovém povrchu nezáleží na druhu jízdního kola. Projevují se zde jízdní zkušenosti jezdce a fyzická zdatnost jednotlivých účastníků.



Graf č. 38: Amplituda pohybu při zrychlení do kopce -Jiří H.

Graf č. 39 znázorňuje maximální vychýlení jednotlivých jezdců při zrychlování do svahu. Z uvedeného grafu je patrné, že se jezdci více vychylovali směrem vlevo. Největší hodnota vychýlení 40 cm byla naměřena u jezdce Bořivoje N. na silničním kole. Minimální hodnoty vychýlení vlevo i vpravo byly zaznamenány u jezdců Kateřiny Š. na horském kole a Antonína Š. na cyklokrosového kole. Hodnota obou jezdců při vychýlení vlevo byla 20 cm a při vychýlení vpravo 10 cm. U vychýlení vpravo byly u většiny jezdců naměřeny nižší hodnoty než u vychýlení vlevo.



Graf č. 39: Porovnání maximální amplitudy pohybu při jízdě do kopce při zrychlení

2.5 POROVNÁNÍ DOSAŽENÝCH VÝSLEDKŮ

V této kapitole budou porovnány výsledné hodnoty měření zjištěné v rámci této diplomové práce s výslednými hodnotami obsaženými v jiných pracích, které jsou sepsány v **kapitole 1.6 Vybrané manévry**. Pro porovnání je v následujících tabulkách vyčíslen průměr a medián hodnot pro každé měření z analyzovaných manévru.

Tabulka č. 21 zobrazuje průměr a medián zpomalení z rychlosti 15, 20 a 25 km/h při brzdění zadní, přední a oběma brzdami. V porovnání s výslednými hodnotami od R. F. Becka, uvedenými v **tabulce č. 22**, které probíhalo za stejných podmínek, na asfaltu na vodorovné komunikaci, je zpomalení naměřené v této práci vyšší ve všech případech použití brzd. Tento fakt byl pravděpodobně způsoben odlišnou metodikou měření, kdy v případě R. F. Becka byla k měření použita radarová pistole a digitální kamery, dále odlišnou věkovou kategorií jezdců a jízdními zkušenostmi daných jezdců, která není známa. Odlišné zpomalení mohlo být také způsobeno rozdílnou rychlostí na počátku brzdění, která ve výzkumu R. F. Becka není zmíněna.

Jako další se brzdným zpomalením zabýval Oliver Lee a kolektiv, ale i zde bylo naměřené brzdné zpomalení několikrát nižší než v případě této diplomové práce. Hodnoty naměřené tímto autorem jsou uvedeny v **tabulce č. 22**. Hlavním důvodem odlišných výsledků byla odlišná metodika měření, kdy jezdci v případě Olivera Lee měli za úkol brzdit jako při běžném provozu tak, aby jim to bylo pohodlné. Brzdné zpomalení naměřené Oliverem Lee a kolektivem bylo v intervalu 1,31–1,73 m/s².

Tab. č. 21: Průměr a medián zpomalení

Rychlost (km/h)	Průměrné zpomalení (m/s ²)		
	15	20	25
Zadní brzda	3,77	3,40	3,02
Přední brzda	6,19	5,85	4,48
Obě brzdy	5,03	6,66	5,61
Rychlost (km/h)	Medián zpomalení (m/s ²)		
	15	20	25
Zadní brzda	3,16	3,21	2,81
Přední brzda	6,14	5,89	4,31
Obě brzdy	5,57	7,11	5,39

Tab. č. 22: Hodnoty zpomalení dle R. F. Beck a Oliver Lee

Hodnoty zpomalení dle R. F. Beck	
Použité brzdy	Interval zpomalení (m/s ²)
Zadní	2,5-3,2
Přední	2,8-4,6
Obě	3,4-5,1
Hodnoty zpomalení dle Oliver Lee	
Rychlost (km/h)	Zpomalení (m/s ²)
12	1,31 ± 0,59
17	1,56 ± 0,64
22	1,73 ± 0,60

V **tabulce č. 23** je vyčíslen průměr a medián zrychlení z hodnot naměřených v této práci. Výsledné hodnoty jsou rozděleny podle převodových stupňů, z nichž měl jezdec zrychlení provést. V porovnání s měřením R. F. Becka, který se rovněž zabýval zrychlením jízdních kol, jsou průměrné naměřené hodnoty v této práci srovnatelné a není zde patrná žádná větší odchylka. Pro porovnání jsou průměrné hodnoty zrychlení naměřené R. F. Beckem uvedeny v **tabulce č. 24**.

Tab. č. 23: Průměr a medián zrychlení na daný převodový stupeň

Převod	Rovný úsek 20 m			
	2x3	2x6	3x2	3x4
Průměr (m/s ²)	1,50	1,26	1,23	1,21
Medián (m/s ²)	1,48	1,33	1,28	1,34
Převod	Oblouk o poloměru 3 m			
	2x3	2x6	3x2	3x4
Průměr (m/s ²)	1,05	1,00	1,26	1,01
Medián (m/s ²)	0,85	0,92	1,51	1,07
Převod	Oblouk o poloměru 6 m			
	2x3	2x6	3x2	3x4
Průměr (m/s ²)	1,21	1,10	1,25	1,11
Medián (m/s ²)	1,18	1,19	1,26	1,28

Tab. č. 24: Průměrné zrychlení dle R. F. Beck

Průměrné zrychlení dle R. F. Beck	
Jízdní kolo	Zrychlení (m/s ²)
Diamondback	1,18
Ellsworth	1,37
GT	1,28
Fondriest	1,47
KOCCAK	1,28
Specialized	0,98
Univega	1,28

V **tabulce č. 25** jsou zobrazeny hodnoty příčného zrychlení a čas přemístění při přemístění o 0,5, 1,5 a 2,5 metru v porovnání s hodnotami naměřenými Ing. Křenkem při přemístění o 1, 2 a 3 metry. Měřením příčného přemístění zabýval Ing. Křenek ve své diplomové práci. Největší rozdíl hodnot příčného zrychlení byl zaznamenán u přemístění o 0,5 metru, kde průměrná hodnota naměřená v této práci byla 1,80 m/s² a hodnota naměřená Ing. Křenkem byla 2,46 m/s². Rozdíl hodnot byl pravděpodobně způsoben odlišným příčným přemístěním o 0,5 metru.

Tab. č. 25: Průměr a medián příčného zrychlení a času přemístění

Hodnoty naměřené v této práci			Hodnoty Ing. Křenka		
	Příčné zrychlení (m/s ²)			Příčné zrychlení (m/s ²)	
Přemístění (m)	Průměr (m/s ²)	Medián (m/s ²)	Přemístění (m)	Průměr (m/s ²)	Medián (m/s ²)
0,5	1,80	1,71	1	2,46	2,50
1,5	2,83	2,76	2	2,56	2,66
2,5	3,10	3,05	3	3,13	3,19
	Čas přemístění (s)			Čas přemístění (s)	
Přemístění (m)	Průměr (s)	Medián (s)	Přemístění (m)	Průměr (s)	Medián (s)
0,5	1,06	1,08	1	1,28	1,27
1,5	1,46	1,47	2	1,79	1,74
2,5	1,80	1,81	3	1,97	1,94

Tabulka č. 26 zobrazuje průměr a medián hodnot naměřených z maximální průjezdné rychlosti jízdy obloukem o poloměru 3, 6 a 9 metrů. Stejnou problematikou se ve své diplomové práci zabýval i Ing. Prčík, jehož poloměry oblouků byly stanoveny na 4, 7 a 11 metrů. Měření se zúčastnili figuranti různých věkových kategorií s odlišnými jízdními zkušenostmi na různých typech kol. Výsledné hodnoty v porovnání s touto prací se výrazně neliší.

Tab. č. 26: Průměr a medián maximální rychlosti projetí obloukem o daném poloměru

Hodnoty naměřené v této práci			Hodnoty Ing. Prčíka		
Poloměr oblouku (m)	Průměrná rychlost (km/h)	Medián rychlosti (km/h)	Poloměr oblouku (m)	Průměrná rychlost (km/h)	Medián rychlosti (km/h)
3	16	15	4	15	15
6	18	21	7	20	21
9	22	25	11	22	22

Tabulka č. 27 se zabývá vychýlením jezdce při ohlédnutí, ve které je zobrazen průměr a medián vyčíslený z výsledných hodnot. Ohlédnutím před změnou směru jízdy ve své práci zabýval Ing. Doseděl. Metodika měření byla ve srovnání s touto prací obdobná. Výsledné hodnoty Ing. Doseděla při ohlédnutí o 180° jsou odlišné od hodnot naměřených v této práci. Při rychlosti 15 km/h bylo průměrné vychýlení naměřené Ing. Dosedělem o 0,12 metru vyšší než v této práci. Vyšší průměrné vychýlení jezdce mohlo být způsobeno větším úhlem ohlédnutí či odlišnými zkušenostmi figurantů. Při srovnání průměrného vychýlení v rychlosti 20 km/h je zaznamenán rozdíl hodnot 0,09 metru. Naměřené hodnoty byly vyšší opět u Ing. Doseděla.

Tab. č. 27: Průměr a medián vychýlení jezdce při ohlédnutí

Hodnoty naměřené v této práci			Hodnoty Ing. Doseděla		
Rychlost (km/h)	Průměr (m)	Medián (m)	Rychlost (km/h)	Průměr (m)	Medián (m)
15	0,20	0,20	10	0,32	0,35
20	0,14	0,10	15	0,32	0,20
25	0,19	0,15	20	0,19	0,13

V **tabulce č. 28** je vyčíslen průměr a medián z hodnot naměřených při vychýlení jezdce při jízdě do svahu. Hodnoty vychýlení při jízdě do svahu v této práci jsou porovnávány s hodnotami naměřenými Ing. Haluskou. Měření tohoto autora se zúčastnila typově odlišná jízdní kola, na kterých se jezdci střídali. Rychlost jízdy do kopce měla odpovídat zvyklostem vybraných jezdců. Hodnoty vychýlení vlevo naměřené Ing. Haluskou byly nepatrně vyšší než při vychýlení vpravo. V případě této práce při zrychlení do svahu je patrné také vyšší vychýlení vlevo než vpravo. Souhrnně lze říct, že hodnoty naměřené v obou pracích jsou shodné, popřípadě se mírně liší o několik centimetrů.

Tab. č. 28: Průměr a medián vychýlení jezdce při jízdě do svahu

	Hodnoty naměřené v této práci				Hodnoty Ing. Halusky			
	Průměr (m)		Medián (m)		Průměr (m)		Medián (m)	
Styl jízdy/vychýlení	vlevo	vpravo	vlevo	vpravo	vlevo	vpravo	vlevo	vpravo
Zrychlení	0,18	0,13	0,15	0,10	0,14	0,13	0,13	0,12
Konstantní rychlost	0,11	0,12	0,10	0,10				

ZÁVĚR

Tato diplomová práce se zabývala analýzou vybraných manévrů cyklistů. V teoretické rovině byla nejprve představena nehodovost cyklistů, porovnána se sousedními státy ČR, jelikož jsou statistiky nehodovosti důležité z hlediska strategie národní bezpečnosti. Ze statistik uvedených v této diplomové práci vyplývá, že počet usmrcených cyklistů má klesající trend. Příčinou je nárůst cyklostezek a povinnost mladistvých cyklistů nosit přilbu. Na snižování počtu nehod s účastí cyklistů by beze sporu mohla mít vliv i novela zákona na povinný boční odstup, která byla v této práci také nastíněna. Dále zde byla uvedena historie jízdního kola, konstrukce jízdního kola a typy jízdních kol. Jako další byla v teoretické části představena dostupná literatura, zabývající se měřením vybraných manévrů cyklistů, která je nezbytná pro srovnání vlastních výsledků měření. Nechybí ani právní normy, zabývající se jízdou cyklistů.

Předmětem praktické části bylo provedení měření brzdného zpomalení, akcelerace, jízdy obloukem, příčného přemístění, ohlédnutí před změnou směru jízdy a jízdy do kopce na asfaltovém povrchu. K měření bylo vybráno 7 jízdních kol, která se odlišovala typem a konstrukcí. Měření se zúčastnili figuranti napříč věkovým spektrem v rozsahu 25–77 let. Povětrnostní podmínky během měření byly příznivé.

U měření brzdného zpomalení měli jezdci za úkol brzdit, z rychlostí 15, 20 a 25 km/h, postupně zadní, přední a oběma brzdami. Při brzdění zadní brzdou se naměřené průměrné hodnoty pohybovaly v rozsahu 3,02–3,77 m/s². Průměrné hodnoty zpomalení přední brzdou byly naměřeny v intervalu 4,48–6,19 m/s² a oběma brzdami 5,03–6,66 m/s². Při porovnání s již naměřenými hodnotami jiných autorů je průměrné zpomalení naměřené v této práci vyšší. Odlišné výsledky byly způsobeny jinou počáteční rychlostí a rozdílnou metodikou měření. Vliv na výsledné zpomalení má především typ brzd, jejich technický stav a čistota. Nejvyšších zpomalení v této práci bylo dosaženo při brzdění kotoučovými hydraulickými brzdami.

Měření akcelerace probíhalo ve dvou disciplínách, při jízdě v přímém směru a obloukem o poloměrech 3 a 6 metrů, které měly simulovat výjezd z křižovatky vlevo a vpravo. Výsledné průměrné zrychlení v přímém směru na úseku dlouhém 20 metrů bylo v závislosti na převodovém stupni 1,21–1,50 m/s². Při měření zrychlení na oblouku o poloměru 3 metry bylo naměřeno průměrné zrychlení 1,00–1,26 m/s² a na oblouku o poloměru 6 metrů 1,10–1,25 m/s². Z měření zrychlení vyplynulo, že výsledné zrychlení závisí na celkové kondici jezdce, jízdních zkušenostech, typu jízdního kola a zařazeném převodovém stupni. Při porovnání s ostatními pracemi nebyla zjištěna výrazná odchylka od naměřených hodnot v této práci.

Dále bylo měřeno příčné přemístění dvěma oblouky, které bylo měřeno rovněž na asfaltovém povrchu. Průměrné výsledné hodnoty příčného zrychlení se pohybují v intervalu 1,8–3,1 m/s² a čas příčného zrychlení byl naměřen v intervalu 1,1–1,8 s. Výsledné hodnoty se v porovnání s jinými pracemi na toto téma neliší.

Poté byla měřena maximální průjezdná rychlost obloukem o poloměrech 3, 6 a 9 metrů. Měřením bylo zjištěno, že čím větší byl poloměr oblouku, tím větší rychlostí ho cyklisté projížděli. Maximální rychlost průjezdu obloukem je závislá na fyzické kondici jezdce a jeho jízdních zkušenostech. Průměrná rychlost při průjezdu obloukem o poloměru 3 metry byla 15,6 km/h, u oblouku o poloměru 6 metrů byla 18,5 km/h a u oblouku o poloměru 9 metrů byla naměřena průměrná rychlost 21,8 km/h. Hodnoty byly porovnány s hodnotami naměřenými Ing. Prčíkem a bylo zjištěno, že se výrazně neliší, ačkoliv se stanovené poloměry oblouků mírně lišily.

Jako další manévr bylo měřeno vychýlení jezdce při ohlédnutí před změnou směru jízdy o 160°. Výsledné hodnoty byly porovnány s diplomovou prací Ing. Doseděla, který měřil ohlédnutí jezdce o 180°. Hodnoty naměřené Ing. Dosedělem byly mírně vyšší, což bylo pravděpodobně způsobeno větším úhlem ohlédnutím či odlišnou rychlostí při ohlédnutí. Dalším faktorem, který mohl způsobit rozdílné vychýlení a je na něm závislé je jízdní zkušenost jezdce. Průměrné hodnoty vychýlení v této práci se pohybovaly v intervalu 0,14–0,20 metru v závislosti na rychlosti při ohlédnutí.

Poslední manévrem, který byl v této práci měřen, byla jízda do kopce. Jízda do kopce byla měřena ve dvou disciplínách, a to jízda konstantní rychlostí a zrychlování. Měřeno bylo vychýlení jezdce z určené dráhy. Vychýlení při jízdě do kopce bylo porovnáváno s hodnotami naměřenými Ing. Haluskou. Souhrnně lze říct, že hodnoty naměřené v obou pracích jsou shodné. Hodnoty vychýlení při jízdě do kopce jsou závislé na fyzické kondici jezdce a jízdních zkušenostech.

Veškerá zpracovaná data jsou součástí příloh této práce. Problematika řešená v této práci a její výsledky mohou být využity při práci soudních znalců u řešení dopravních nehod s účastí cyklistů.

SEZNAM POUŽITÝCH ZDROJŮ

- [1] NÁKLÁDAL, Bořivoj. *Cyklistice*. Druhé, upravené. Brno: Nosova tiskárna, 2020
- [2] Zákon č. 361/2000 Sb., zákon o provozu na pozemních komunikacích a o změnách některých zákonů [online]. Dostupné z: <https://www.zakonyprolidi.cz/cs/2000-361#cast1>
- [3] Vyhláška č. 341/2014 Sb., Vyhláška o schvalování technické způsobilosti a o technických podmínkách provozu vozidel na pozemních komunikacích [online]. Dostupné z: <https://www.zakonyprolidi.cz/cs/2014-341>
- [4] Nehody cyklistů a jejich následky. *Na kole jen s přilbou* [online]. Liberec: Tým silniční bezpečnosti, © 2010–2020 [cit. 2021-11-23]. Dostupné z: <https://www.nakolejensprilbou.cz/stranky/32/>
- [5] Statistika nehodovosti. *Policie ČR* [online]. Praha: Policie ČR, © 2020 [cit. 2021-11-23]. Dostupné z: <https://www.policie.cz/clanek/statistika-nehodovosti-900835.aspx?q=Y2hudW09Mg%3d%3d>
- [6] ČSN EN 1078: Přilby pro cyklisty a pro uživatele skateboardů a kolečkových bruslí. Praha: ÚNMZ, 2013
- [7] Historie elektrokol. *Jedeme všichni* [online]. Jedeme všichni, © 2021 [cit. 2021-12-15]. Dostupné z: <http://www.jedemevsichni.eu/e-kola-a-vse-o-nich/historie-elektrokol/>
- [8] PEHLE, Tobias. *Cyklistika: lexikon: typy kol, výbava a technologie, výlety*. 1. Čestlice: Rebo, 2008. ISBN 978-80-7234-858-9
- [9] *Bajkárna* [online]. Plzeň: Bajkárna, ©2021 [cit. 2021-12-15]. Dostupné z: <http://www.bajkarna.cz/>
- [10] MAKEŠ, Pavel a Luboš KRÁL. *Velká kniha cyklistiky*. Praha: Computer Press, 2002. ISBN 80-722-6815-5
- [11] HRUBÍŠEK, Ivo. *Horské kolo od A d Z*. Vyd. 3., přeprac. Praha: Sobotáles, 1996. ISBN 80-859-2022-0
- [12] Kolo a automobil. *Sportovní listy* [online]. Praha: SPORT ONLINE MEDIA, ©2013-2021 [cit. 2021-11-15]. Dostupné z: <http://www.sportovnilisty.cz/kolo-a-automobil/>
- [13] The 100 Most Popular Touring Bicycles. *Bicycle touring pro* [online]. California: Bicycle touring pro, 2007 [cit. 2021-02-15]. Dostupné z: <https://bicycletouringpro.com/top-100-best-touring-bicycles/>
- [14] Jak vybrat jízdní kolo. *Bike-eshop.cz* [online]. Praha: Bike-Eshop.CZ, © 2021 [cit. 2021-02-15]. Dostupné z: <https://www.bike-eshop.cz/jak-vybrat-kolo>
- [15] Povinné vybavení kola v zahraničí. *Cyklistika Krnov* [online]. Krnov: Cyklistika Krnov, 2011 [cit. 2021-02-15]. Dostupné z: <http://www.cyklistikakrnov.com/Clanky/09/cyklisticke-prilby-vybaveni-kola-v-zahranici.htm>
- [16] How safe is walking and cycling in Europe? ETSC [online]. Brussel: European Transport Safety Council, © 2021, 2020 [cit. 2021-02-15]. Dostupné z: <https://etsc.eu/how-safe-is-walking-and-cycling-in-europe-pin-flash-38/>
- [17] Jak je to s přilbou v zahraničí. Tým silniční bezpečnosti [online]. Liberec: Tým silniční bezpečnosti, © 2010–2020 [cit. 2021-02-15]. Dostupné z: <https://www.tymbezpecnosti.cz/stranky/127/>
- [18] BÁRTA, Dan. Nehodová místa v Brně. *Brno na kole* [online]. Brno: Brno na kole, © 2021 [cit. 2021-02-16]. Dostupné z: <https://brnonakole.cz/nehodova-mista-brne/>
- [19] HUGEMANN, Wolfgang. *Unfallrekonstruktion. Band 1, Grundlagen*. Münster: Autorenteam, 2007. ISBN 3-00-019419-3

- [20] BECK, R.F. Mountain Bicycle Acceleration and Braking Factors. In Proceedings of the Canadian Multidisciplinary Road Safety Conference XIV [on-line]. Ottawa: [s.n.], 30.6.2004 [cit. 2021-02-16]. Dostupné z: <http://www.beckforensics.com/CMRSC14BeckBicycle.pdf>
- [21] LEE, O.Z.A., Alexander RASCH, A.L. SCHWAB a Marco DOZZA. Modelling cyclists' comfort zones from obstacle avoidance manoeuvres. *Accident Analysis & Prevention* [online]. 2020, 144, urn: issn:0001-4575 [cit. 2021-02-16]. ISSN 0001-4575
- [22] PRČÍK, S.: Vybraná měření pohybu jízdních kol – brzdění a jízda v oblouku. Brno: Vysoké učení technické v Brně, Ústav soudního inženýrství, 2011. Dostupné z: <https://dspace.vutbr.cz/xmlui/bitstream/handle/11012/2459/final-thesis.pdf?sequence=8&isAllowed=y> 104 s. Vedoucí diplomové práce Ing. Bc. Marek Semela, Ph.D.
- [23] KŘENEK, Jan. *Vybraná měření pohybu jízdních kol – jízda obloukem a příčné přemístění*. Vysoké učení technické v Brně. Ústav soudního inženýrství, 2011. Dostupné z: <https://dspace.vutbr.cz/xmlui/bitstream/handle/11012/9153/final-thesis.pdf?sequence=6&isAllowed=y>
- [24] DOSEDĚL, Jan. *Analýza rozjezdu a vybraných manévřů cyklistů*. Vysoké učení technické v Brně. Ústav soudního inženýrství, 2017. Dostupné z: <https://dspace.vutbr.cz/xmlui/bitstream/handle/11012/66414/final-thesis.pdf?sequence=6&isAllowed=y>
- [25] HALUSKA, Roman. *Analýza pohybu jízdního kola při jízdě v přímém směru*. Vysoké učení technické v Brně. Ústav soudního inženýrství, 2013. Dostupné z: https://www.vutbr.cz/www_base/zav_prace_soubor_verejne.php?file_id=64993
- [26] ETSC. *European Transport Safety Council* [online]. Brusel: European Transport Safety Council, © 2021 [cit. 2021-02-18]. Dostupné z: <https://etsc.eu/urgent-action-needed-to-tackle-deaths-of-pedestrians-and-cyclists/>
- [27] Dopravní nehody v ČR. *Centrum dopravního výzkumu* [online]. Brno: Centrum dopravního výzkumu, © 2021 [cit. 2021-02-18]. Dostupné z: <https://nehody.cdv.cz/statistics.php?h=4c>
- [28] *Centrální registr jízdních kol pro ČR* [online]. Praha: CEREC, 2020 © [cit. 2021-02-18]. Dostupné z: <http://cerek.cz/>
- [29] Werden Kennzeichen für Fahrräder Pflicht? *Berlin.de* [online]. Berlin: Berlin.de, [2020], 19.10.2020 [cit. 2021-02-18]. Dostupné z: <https://www.berlin.de/tourismus/infos/verkehr/nachrichten/6328693-4357821-werden-kennzeichen-fuer-fahrraeder-pflic.html>
- [30] Na kole bezpečně. *EPojištění* [online]. Praha: ePojisteni.cz, © 2020 [cit. 2021-02-18]. Dostupné z: <https://www.epojisteni.cz/aktuality-na-kole-bezpecne-pojisteni-odpovednosti-plati-take-pro-cyklisty/>
- [31] NEJČASTĚJŠÍ DOPRAVNÍ PŘESTUPKY CYKLISTŮ. *Autoweb* [online]. Praha: Autoweb, 2018 [cit. 2021-02-18]. Dostupné z: <https://www.autoweb.cz/nejcastejsi-dopravni-prestupky-cyklistu/?comments>
- [32] Cyklisté a jejich povinnosti. *Policie ČR* [online]. Praha: Policie ČR, © 2020 [cit. 2021-02-18]. Dostupné z: <https://www.policie.cz/clanek/cykliste-a-jejich-povinnosti.aspx>
- [33] Měřicí kolečko. *Bohemia G Shop* [online]. Praha: G shop Bohemia, © 2021 [cit. 2021-03-01]. Dostupné z: <https://bohemiagshop.cz/merici-kolecka/310-mericke-kolecko-nestle-standard-4033931944750.html>
- [34] VBOX motorsport. *Racelogic* [online]. USA, 2017 [cit. 2021-03-01]. Dostupné z: <http://www.racelogic.co.uk/usastore/products.php?product=VBOX-Sport>
- [35] Garmin Virb. *iTest* [online]. Stockholm: © iTest [cit. 2021-03-02]. Dostupné z: <https://ite.st/g/garmin-virb-ultra-30-review/>

- [36] Mapy.cz. Mapy.cz [online]. 2001, 2019 [cit. 2021-03-02]. Dostupné z: www.mapy.cz
- [37] ÚSI VUT v Brně, 2002. Znalecký standard III. Základní postupy pro technickou analýzu průběhu a příčin silničních dopravních nehod. Nevydáno. Aktualizace znaleckého standardu č. III z r. 1990
- [38] Zákon č. 361/2000 Sb. *Zákony pro lidi* [online]. AION CS, © 2010–2021 [cit. 2021-03-31]. Dostupné z: <https://www.zakonyprolidi.cz/cs/2000-361>
- [39] Sněmovní tisk 374/0, část č. 1/4: Novela z. o provozu na pozemních komunikacích. *Poslanecká sněmovna Parlamentu České republiky* [online]. Praha: Parlament České republiky [cit. 2021-04-14]. Dostupné z: <https://public.psp.cz/sqw/text/tiskt.sqw?O=8&CT=374&CT1=0>
- [40] Usnesení Nejvyššího soudu ze dne 23. 09. 2020, sp. zn. 3 Tdo 931/2020. Dostupné na www.nsoud.cz
- [41] Usnesení Nejvyššího soudu ze dne 11. 7. 2017, sp. zn. 7 Tdo 835/2017. Dostupné na www.nsoud.cz
- [42] Polsko. ÚAMK [online]. ÚAMK, © 2019 [cit. 2021-04-13]. Dostupné z: <https://www.uamk.cz/informace/mezinarodni-turisticke-informace/details/4/26/polsko#Preprava>
- [43] Straßenverkehrs-Ordnung. *Dejure* [online]. Mannheim: Dejure [cit. 2021-04-13]. Dostupné z: <https://dejure.org/gesetze/StVO>
- [44] Zákon č. 8/2009 Z. z. *Zákony pre ľudí* [online]. Žilina: S-EPI, © 2010–2021 [cit. 2021-04-13]. Dostupné z: <https://www.zakonypreludi.sk/zz/2009-8#p1>
- [45] Verkehrsregeln für Radfahrer. *Österreichs digitales Amt* [online]. oesterreich.gv.at-Redaktion, 2021 [cit. 2021-04-13]. Dostupné z: https://www.oesterreich.gv.at/themen/freizeit_und_strassenverkehr/rad_fahren/2.html
- [46] SEMELA, Marek. Znalecký posudek..., *znalec pro obor doprava, odvětví doprava městská, silniční se specializací na technické posudky o příčinách silničních nehod a pro obor ekonomika, odvětví ceny a odhady se specializací na motorová vozidla, zapsaný v seznamu znalců u Krajského soudu v Brně*. V Brně, 2019. Znalecký posudek je zapsán pod pořadovým číslem 620-10/2019 znaleckého deníku.
- [47] SEMELA, Marek. Znalecký posudek..., *znalec pro obor doprava, odvětví doprava městská, silniční se specializací na technické posudky o příčinách silničních nehod a pro obor ekonomika, odvětví ceny a odhady se specializací na motorová vozidla, zapsaný v seznamu znalců u Krajského soudu v Brně*. V Brně, 2019. Znalecký posudek je zapsán pod pořadovým číslem 628-18/2019 znaleckého deníku.
- [48] SEMELA, Marek. Znalecký posudek..., *znalec pro obor doprava, odvětví doprava městská, silniční se specializací na technické posudky o příčinách silničních nehod a pro obor ekonomika, odvětví ceny a odhady se specializací na motorová vozidla, zapsaný v seznamu znalců u Krajského soudu v Brně*. V Brně, 2019. Znalecký posudek je zapsán pod pořadovým číslem 619-09/2019 znaleckého deníku.
- [49] SEMELA, Marek. Znalecký posudek..., *znalec pro obor doprava, odvětví doprava městská, silniční se specializací na technické posudky o příčinách silničních nehod a pro obor ekonomika, odvětví ceny a odhady se specializací na motorová vozidla, zapsaný v seznamu znalců u Krajského soudu v Brně*. V Brně, 2020. Znalecký posudek je zapsán pod pořadovým číslem 636-05 / 2020 znaleckého deníku.
- [50] SEMELA, Marek. Znalecký posudek..., *znalec pro obor doprava, odvětví doprava městská, silniční se specializací na technické posudky o příčinách silničních nehod a pro obor ekonomika, odvětví ceny a odhady se specializací na motorová vozidla, zapsaný v seznamu znalců u Krajského soudu v Brně*. V Brně, 2020. Znalecký posudek je zapsán pod pořadovým číslem 644-13 / 2020 znaleckého deníku.
- [51] VUT v Brně – Ústav soudního inženýrství. Revizní znalecký posudek..., *znalecký ústav pro obor Doprava – doprava silniční a městská - posuzování příčin dopravních nehod; Ekonomika - ceny a odhady nemovitostí a motorových vozidel; oceňování strojů, zařízení a technologických celků; oceňování movitého*

majetku; Projektování; Stavebnictví - stavby dopravní, obytné, průmyslové, vodní, zemědělské, stavební odvětví různá, stavby občanské; Strojírenství – strojírenství všeobecné, zapsán v seznamu ústavů kvalifikovaných pro znaleckou činnost, ve II. oddílu seznamu vedeného Ministerstvem spravedlnosti. V Brně, 2020. Znalecký posudek je zapsán pod číslem C 1546.

SEZNAM TABULEK

Tab. č. 1: Statistika nehodovosti v ČR v letech 2010–2019 [5]	13
Tab. č. 2: Závislost použití bezpečnostní přilby na vážnosti zranění [4]	16
Tab. č. 3: Nejčastější příčiny nehod zaviněné cyklisty v roce 2019 [5]	17
Tab. č. 4: Počet usmrčených cyklistů v okolních státech ČR v letech 2010-2018 [16]	17
Tab. č. 5: Počet usmrčených cyklistů na 100 000 obyvatel [16]	18
Tab. č. 6: Typy jízdních kol a jejich vzájemné odlišnosti [8], [9], [13], [14]	34
Tab. č. 7: Rychlost cyklistů v závislosti na věku [19]	35
Tab. č. 8: Rozdělení jízdy dle Hugemann W. [19]	35
Tab. č. 9: Zrychlení na vodorovné vozovce dle R. F. Beck [20]	35
Tab. č. 10: Zpomalení cyklistů dle Beck [20]	36
Tab. č. 11: Průměrné zpomalení včetně odchylky [21]	36
Tab. č. 12: Výsledné hodnoty jízdy obloukem [22]	37
Tab. č. 13: Hodnoty příčného přemístění naměřené Ing. Křenkem [23]	37
Tab. č. 14: Průměrné vychýlení dle Ing. Doseděl [24]	38
Tab. č. 15: Průměrné a maximální vychýlení při ohlédnutí jezdce podle Ing. Halusky [25]	38
Tab. č. 16: Průměrné a maximální vychýlení při jízdě do kopce podle Ing. Halusky [25]	39
Tab. č. 17: Srovnání povinností cyklisty se sousedními státy [15], [17]	46
Tab. č. 18: Nejčastější přestupky cyklistů a jejich sankce [31]	48
Tab. č. 19: Charakteristika jezdců [autor]	55
Tab. č. 20: Vychýlení při ohlédnutí jezdce před změnou směru jízdy	92
Tab. č. 21: Průměr a medián zpomalení	96
Tab. č. 22: Hodnoty zpomalení dle R. F. Beck a Oliver Lee	96
Tab. č. 23: Průměr a medián zrychlení na daný převodový stupeň	96
Tab. č. 24: Průměrné zrychlení dle R. F. Beck	97
Tab. č. 25: Průměr a medián příčného zrychlení a času přemístění	97

Tab. č. 26: Průměr a medián maximální rychlosti projetí obloukem o daném poloměru	98
Tab. č. 27: Průměr a medián vychýlení jezdce při ohlédnutí	98
Tab. č. 28: Průměr a medián vychýlení jezdce při jízdě do svahu	98

SEZNAM GRAFŮ

Graf č. 1: Statistika nehodovosti v ČR v letech 2010-2019 [5]	13
Graf č. 2: Statistika nehodovosti cyklistů v letech 2010-2019 [5]	15
Graf č. 3: Počet usmrčených cyklistů na 100 tisíc obyvatel [16]	19
Graf č. 4: Hodnoty brzdného zpomalení za použití zadní brzdy z rychlosti 15 km/h	72
Graf č. 5: Hodnoty brzdného zpomalení za použití přední brzdy z rychlosti 15 km/h	72
Graf č. 6: Hodnoty brzdného zpomalení za použití přední i zadní brzdy z rychlosti 15 km/h	73
Graf č. 7: Hodnoty brzdného zpomalení za použití zadní brzdy z rychlosti 20 km/h	74
Graf č. 8: Hodnoty brzdného zpomalení za použití přední brzdy z rychlosti 20 km/h	74
Graf č. 9: Hodnoty brzdného zpomalení za použití přední i zadní brzdy z rychlosti 20 km/h	75
Graf č. 10: Hodnoty brzdného zpomalení za použití zadní brzdy z rychlosti 25 km/h	76
Graf č. 11: Hodnoty brzdného zpomalení za použití přední brzdy z rychlosti 25 km/h	76
Graf č. 12: Hodnoty brzdného zpomalení za použití přední i zadní brzdy z rychlosti 25 km/h ...	77
Graf č. 13: Závislost rychlosti na čase při jízdě v přímém směru na převod 2x3	78
Graf č. 14: Závislost rychlosti na dráze 20 m, převod 2x3	78
Graf č. 15: Závislost rychlosti na dráze 20 m, převod 2x3 (rozděleno po 1 m)	79
Graf č. 16: Zrychlení při jízdě na přímém úseku o délce 20 m	80
Graf č. 17: Závislost rychlosti na čase při jízdě obloukem o poloměru 3 m na převod 2x6	80
Graf č. 18: Závislost rychlosti na dráze – oblouk o poloměru 3 m a délce 9,23 m, převod 2x6 ...	81
Graf č. 19: Zrychlení při jízdě obloukem o poloměru 3 m a délce 4,75 m	81
Graf č. 20: Závislost rychlosti na čase při jízdě obloukem o poloměru 6 m na převod 3x2	82
Graf č. 21: Závislost rychlosti na dráze – oblouk o poloměru 6m a délce 9,23 m, převod 3x2	82
Graf č. 22: Zrychlení při jízdě obloukem o poloměru 6 m a délce 9,23 m	83
Graf č. 23: Zrychlení elektrokola v oblouku i v přímém směru s a bez použití motoru	84
Graf č. 24: Příčné zrychlení při rychlosti 10 km/h	85
Graf č. 25: Příčné zrychlení při rychlosti 15 km/h	85

Graf č. 26: Příčné zrychlení při rychlosti 20 km/h	86
Graf č. 27: Celkový čas příčného přemístění při rychlosti 10 km/h.....	86
Graf č. 28: Celkový čas příčného přemístění při rychlosti 15 km/h.....	87
Graf č. 29: Celkový čas příčného přemístění při rychlosti 20 km/h.....	87
Graf č. 30: Maximální průjezdná rychlost obloukem o poloměru 3 m a délce 4,75m	88
Graf č. 31: Maximální průjezdná rychlost obloukem o poloměru 6 m a délce 9,23m	89
Graf č. 32: Maximální průjezdná rychlost obloukem o poloměru 9m a délce 13,73m	89
Graf č. 33: Celkový čas jízdy obloukem o poloměru 3m a délce 4,75m	90
Graf č. 34: Celkový čas jízdy obloukem o poloměru 6m a délce 9,23m	90
Graf č. 35: Celkový čas jízdy obloukem o poloměru 9m a délce 13,73m	91
Graf č. 36: Amplituda pohybu při jízdě do kopce konstantní rychlostí – Jiří H.	93
Graf č. 37: Porovnání maximální amplitudy pohybu při jízdě do kopce konstantní rychlostí	93
Graf č. 38: Amplituda pohybu při zrychlení do kopce –Jiří H.	94
Graf č. 39: Porovnání maximální amplitudy pohybu při jízdě do kopce při zrychlení.....	95

SEZNAM OBRÁZKŮ

Obr. č. 1: Mapa nehodovosti cyklistů v ČR v období od 1. 1. 2019 do 21. 1. 2020 [27].....	14
Obr. č. 2: Mapa nehodovosti v Brně [18].....	20
Obr. č. 3: Křižovatka Řečkovická x Černohorská x Pisárecká [36]	20
Obr. č. 4: Křižovatka Pisárecká x Antonína Procházky [36]	21
Obr. č. 5: Místo dopravní nehody Hodonín [46].....	22
Obr. č. 6: Místo dopravní nehody Ladná [48]	23
Obr. č. 7: Místo dopravní nehody Pohořelice [49]	24
Obr. č. 8: Draisina [12]	25
Obr. č. 9: Vysoké kolo [12]	26
Obr. č. 10: Elektrické kolo [7].....	27
Obr. č. 11: Povinná výbava jízdního kola [3].....	45
Obr. č. 12: VBOX Sport [34].....	52
Obr. č. 13: Měřicí kolečko [33]	52
Obr. č. 14: Kamera GARMIN VIRB [35]	52
Obr. č. 15: Mapa místa měření-Stadion za Lužánkami [36]	53
Obr. č. 16: Mapa místa měření jízdy do kopce [36].....	54
Obr. č. 17: Detail povrchu vozovky [autor]	54
Obr. č. 18: Horské kolo GT [autor]	55
Obr. č. 19: V brzda a detail pláště horského kola GT [autor]	56
Obr. č. 20: Horské kolo GHOST [autor]	56
Obr. č. 21: Detail pláště horského kola GHOST [autor]	57
Obr. č. 22: Kotoučová brzda mechanická horského kola GHOST [autor]	57
Obr. č. 23: Horské kolo Genesis [autor].....	58
Obr. č. 24: Detail pláště horského kola Genesis [autor]	58
Obr. č. 25: Městské kolo [autor].....	59

Obr. č. 26: V Brzda a detail pláště městského kola [autor]	59
Obr. č. 27: Silniční kolo [autor]	60
Obr. č. 28: U brzda a detail pláště silničního kola [autor]	60
Obr. č. 29: Elektrokolo Totem [autor].....	61
Obr. č. 30: Detail pláště elektrokola Totem [autor].....	61
Obr. č. 31: Kotoučová brzda hydraulická elektrokola Totem [autor].....	62
Obr. č. 32: Cyklokrosové kolo Ridley [autor]	62
Obr. č. 33: Brzda Cantilever a detail pláště cyklokrosového kola [autor]	63
Obr. č. 34: Jezdec Kateřina při brzdění oběma brzdami v přímém směru [autor].....	64
Obr. č. 35: Jezdec Daniel při výjezdu z křižovatky vlevo [autor].....	65
Obr. č. 36: Detail oblouků v křižovatce [autor]	66
Obr. č. 37: Překážka a příčné přemístění [autor].....	67
Obr. č. 38: Jezdec Bořivoj při příčném přemístění [autor]	68
Obr. č. 39: Jezdec Ivan L. při průjezdu obloukem [autor]	69
Obr. č. 40: Jezdec Bořivoj N. při ohlédnutí [autor].....	70
Obr. č. 41: Jezdec Jiří H. při jízdě do kopce [autor]	71

SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK A SYMBOLŮ

ETSC	Evropská rada pro bezpečnost dopravy
CEREK	Centrální registr jízdních kol pro ČR
EU	Evropská unie
ČR	Česká republika

SEZNAM PŘÍLOH

Příloha č. 1: Srovnání počtu usmrčených cyklistů v EU

Příloha č. 2: Srovnání povinností cyklisty ve státech EU

Příloha č. 3: Hodnoty brzdného zpomalení

Příloha č. 4: Výsledné grafy rychlosti a zrychlení

Příloha č. 5: Hodnoty příčného přemístění

Příloha č. 6: Hodnoty zjištěné při měření maximální průjezdné rychlosti obloukem

Příloha č. 7: Amplituda pohybu při jízdě do kopce

Příloha č. 1: Srovnání počtu usmrcených cyklistů v EU

Stát	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
ČR	70	50	64	58	57	68	39	44	38
Belgie	73	74	84	83	82	90	81	75	88
Bulharsko	27	17	32	31	29	29	35	22	21
Dánsko	26	30	22	33	30	26	31	27	28
Finsko	26	19	19	20	27	31	26	23	21
Francie	147	141	164	147	159	149	162	173	175
Chorvatsko	28	28	21	23	19	34	27	23	22
Itálie	265	282	292	251	273	251	275	254	219
Izrael	18	16	11	13	10	14	9	12	13
Litva	23	26	32	18	19	22	17	13	9
Lotyšsko	13	15	18	13	16	9	7	11	9
Maďarsko	92	85	84	68	98	83	73	81	70
Německo	381	399	406	354	396	383	393	382	445
Nizozemsko	162	200	200	184	185	185	189	206	228
Norsko	5	12	12	10	12	5	12	9	-
Polsko	280	314	300	306	286	300	271	220	286
Portugalsko	33	45	32	29	35	25	33	25	24
Rakousko	32	42	52	51	45	39	48	32	41
Rumunsko	182	140	154	161	151	162	176	191	181
Řecko	23	13	21	15	19	11	18	11	-
Slovensko	21	18	25	16	24	16	12	18	15
Slovinsko	17	16	12	16	13	14	13	11	8
Srbsko	65	56	69	59	50	68	57	48	38
Španělsko	67	48	74	70	75	58	67	78	58
Švédsko	21	21	28	14	33	17	22	26	23
Švýcarsko	34	39	36	21	34	39	33	37	39
Velká Británie	111	109	120	113	116	100	105	103	100
Irsko	5	9	8	5	13	10	10	14	9

Příloha č. 2: Srovnání povinností cyklisty ve státech EU

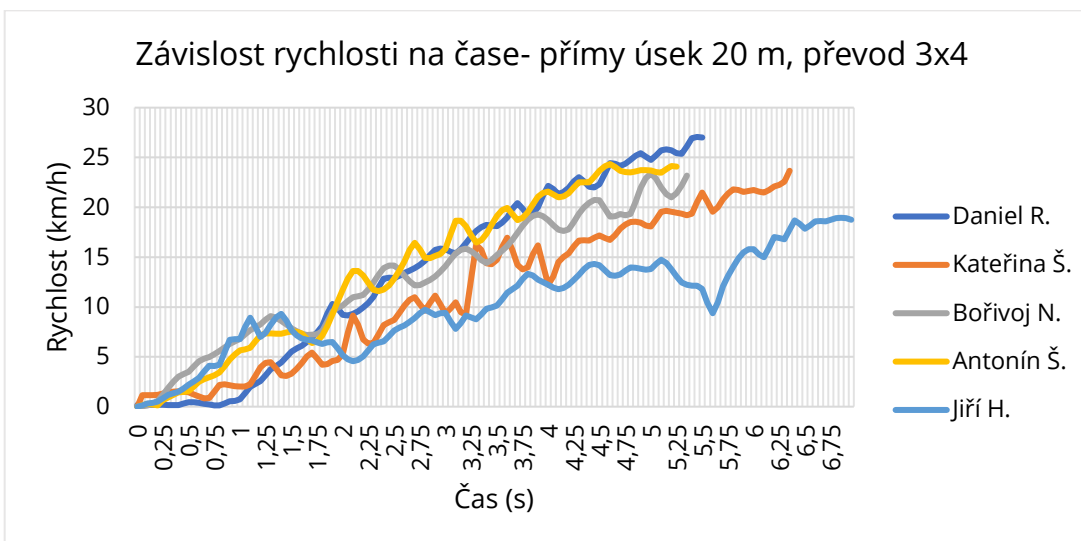
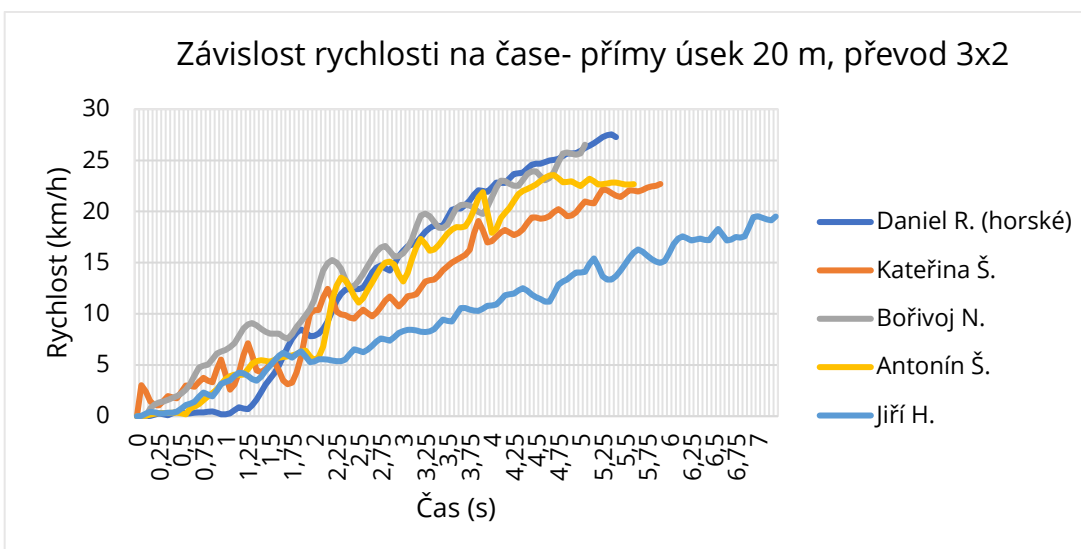
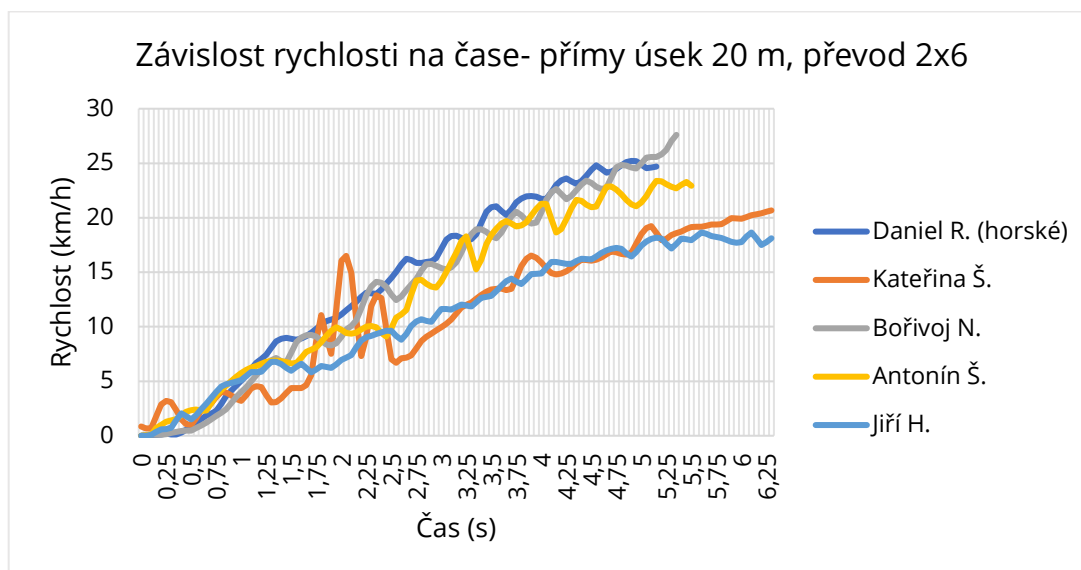
Stát	Přilba	Registrace jízdního kola	Pojištění jízdního kola
ČR	povinná do 18-ti let	nepovinná	nepovinné
Belgie	nepovinná	nepovinná	nepovinné
Bulharsko	nepovinná	nepovinná	nepovinné
Dánsko	nepovinná	nepovinná	nepovinné
Estonsko	povinná do 16-ti let	nepovinná	nepovinné
Finsko	povinná	nepovinná	nepovinné
Francie	povinná do 12-ti let	nepovinná	doporučené
Chorvatsko	povinná do 16-ti let	nepovinná	nepovinné
Itálie	nepovinná	nepovinná	nepovinné
Izrael	povinná	nepovinná	nepovinné
Jordánsko	nepovinná	nepovinná	nepovinné
Litva	povinná do 18-ti let	nepovinná	nepovinné
Lotyšsko	povinná do 13-ti let	nepovinná	nepovinné
Lucembursko	nepovinná	nepovinná	doporučené
Maďarsko	povinná mimo obec, kde je povolená rychlost vyšší než 40 km/h	nepovinná	nepovinné
Německo	nepovinná	nepovinná	nepovinné
Nizozemsko	nepovinná	nepovinná	nepovinné
Norsko	nepovinná	nepovinná	-
Polsko	nepovinná	nepovinná	doporučené
Portugalsko	nepovinná	pro občany Portugalska	nepovinné
Rakousko	povinná do 12-ti let	nepovinná	nepovinné
Rumunsko	nepovinná	nepovinná	nepovinné
Rusko	nepovinná	nepovinná	doporučené
Řecko	nepovinná	nepovinná	nepovinné
Slovensko	povinná mimo obec, do 15-ti let povinná i v obci	nepovinná	nepovinné
Slovinsko	povinná do 18-ti let	nepovinná	nepovinné
Srbsko	nepovinná	nepovinná	nepovinné
Španělsko	povinná do 16-ti let, mimo obec pro všechny	nepovinná	nepovinné
Švédsko	povinná do 15-ti let	nepovinná	nepovinné
Švýcarsko	nepovinná	povinná	povinné
Turecko	povinná	nepovinná	nepovinné
Velká Británie a Irsko	nepovinná	nepovinná	nepovinné

Příloha č. 3: Hodnoty brzdného zpomalení

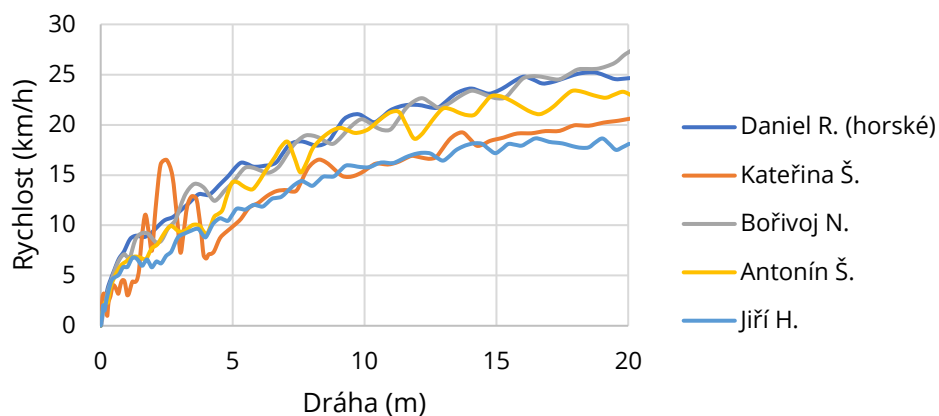
Figurant	Rychlost (km/h)	Skutečná rychlost (km/h)	Brzda	Brzdná dráha (m)	Čas zpomalení (s)	Zpomalení (m/s ²)
Kateřina Š.	15	15,72	Zadní	3,25	1,83	2,93
		13,23	Přední	2,95	1,53	2,29
		15,28	Obě	3,78	2,46	2,38
	20	19,93	Zadní	4,78	2,37	3,21
		19,60	Přední	2,26	1,58	6,56
		19,29	Obě	3,32	1,87	4,32
	25	24,51	Zadní	8,32	2,83	2,79
		23,53	Přední	7,96	2,94	2,68
		25,45	Obě	5,03	2,29	4,97
Jiří H.	15	15,41	Zadní	2,09	1,82	4,38
		15,34	Přední	-	1,39	-
		16,39	Obě	1,86	1,78	5,57
	20	19,83	Zadní	4,93	2,20	3,08
		19,85	Přední	2,58	1,74	5,89
		20,27	Obě	2,17	1,47	7,30
	25	23,19	Zadní	5,76	2,02	3,60
		25,42	Přední	5,79	2,49	4,31
		24,87	Obě	4,43	3,07	5,39
Ivan L.	15	16,22	Zadní	1,41	2,70	7,20
		16,58	Přední	1,82	2,27	5,83
		19,38	Obě	2,30	2,12	6,30
	20	20,15	Zadní	3,79	2,57	4,13
		20,19	Přední	4,17	2,92	3,77
		19,50	Obě	3,04	2,38	4,83
	25	24,53	Zadní	8,68	3,60	2,67
		24,40	Přední	6,77	3,41	3,39
		23,92	Obě	4,98	2,85	4,43
Bořivoj N.	15	14,79	Zadní	3,05	2,67	2,77
		15,31	Přední	1,53	1,44	5,91
		15,49	Obě	2,14	1,19	4,33
	20	19,27	Zadní	5,02	2,78	2,85
		20,05	Přední	2,84	2,03	5,46
		19,30	Obě	2,02	1,46	7,11
	25	24,71	Zadní	8,39	3,40	2,81
		23,96	Přední	5,64	2,81	3,93
		24,10	Obě	4,42	1,89	5,07

Figurant	Rychlost (km/h)	Skutečná rychlost (km/h)	Brzda	Brzdná dráha (m)	Čas zpomalení (s)	Zpomalení (m/s ²)
Antonín Š.	15	18,00	Zadní	5,10	2,98	2,45
		17,89	Přední	1,94	1,87	6,36
		18,23	Obě	1,95	1,89	6,58
	20	20,51	Zadní	5,05	2,55	3,21
		21,44	Přední	2,50	1,91	7,09
		21,23	Obě	2,92	1,69	5,96
	25	22,61	Zadní	7,20	3,13	2,74
		24,37	Přední	3,55	1,94	6,45
		24,99	Obě	3,82	2,00	6,31
Daniel R. (městské)	15	18,20	Zadní	4,04	2,26	3,16
		17,27	Přední	1,43	1,66	8,05
		16,09	Obě	0,82	1,25	-
	20	19,97	Zadní	3,91	2,15	3,93
		20,71	Přední	3,10	2,25	5,34
		20,29	Obě	2,11	1,89	7,53
	25	25,98	Zadní	8,15	3,80	3,20
		22,26	Přední	3,14	2,20	6,09
		23,58	Obě	3,22	2,41	6,66
Daniel R. (horské)	15	14,26	Zadní	2,25	1,70	3,49
		14,33	Přední	0,91	1,63	8,71
		15,78	Obě	-	1,56	-
	20	19,67	Zadní	4,41	2,34	3,38
		19,61	Přední	2,18	1,94	6,81
		22,03	Obě	1,96	1,86	9,55
	25	23,95	Zadní	6,61	3,01	3,35
		24,26	Přední	5,06	3,54	4,49
		25,00	Obě	3,74	2,55	6,45

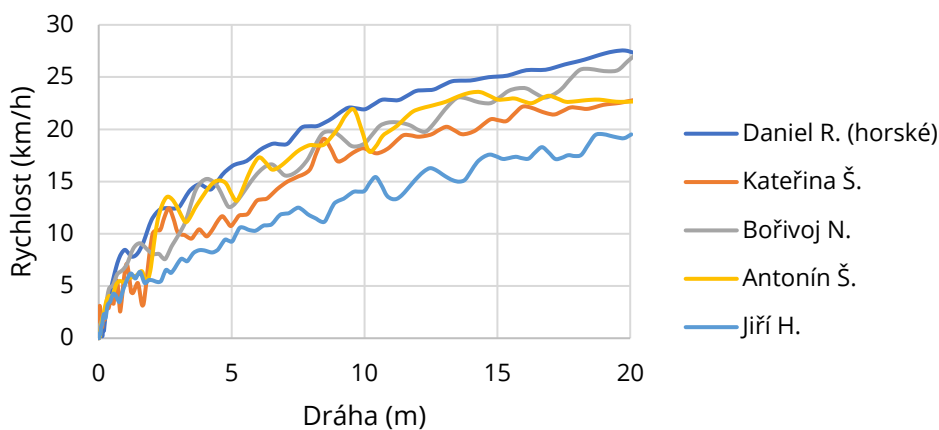
Příloha č. 4: Výsledné grafy rychlosti a zrychlení



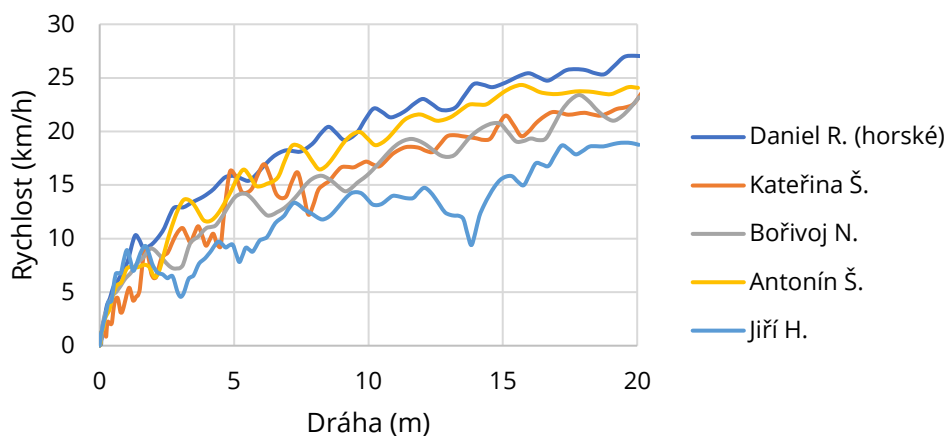
Závislost rychlosti na dráze 20 m- převod 2x6



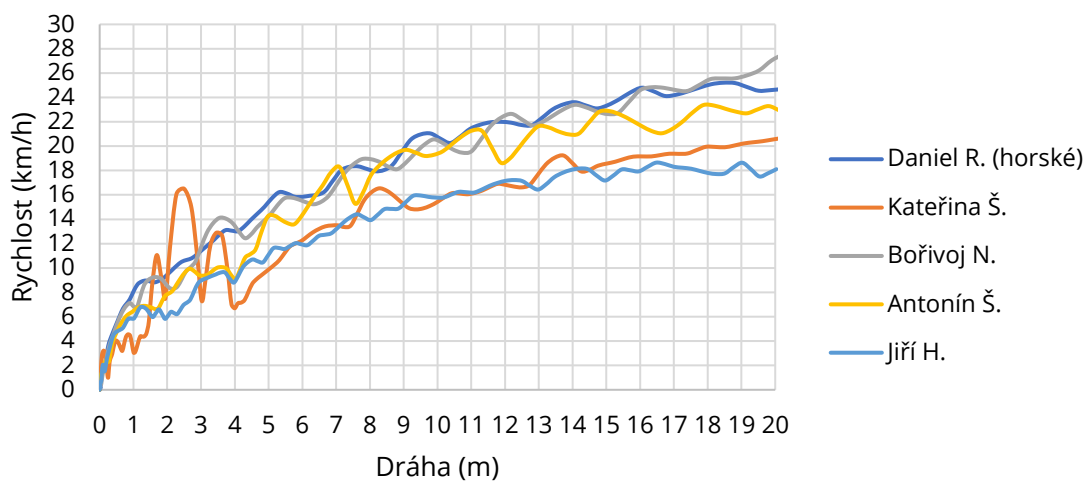
Závislost rychlosti na dráze 20 m- převod 3x2



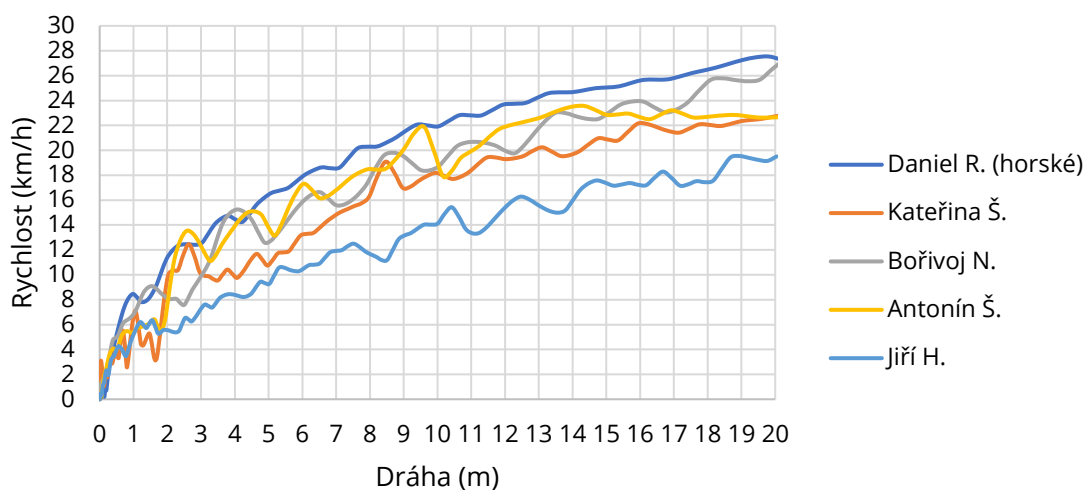
Závislost rychlosti na dráze 20 m- převod 3x4



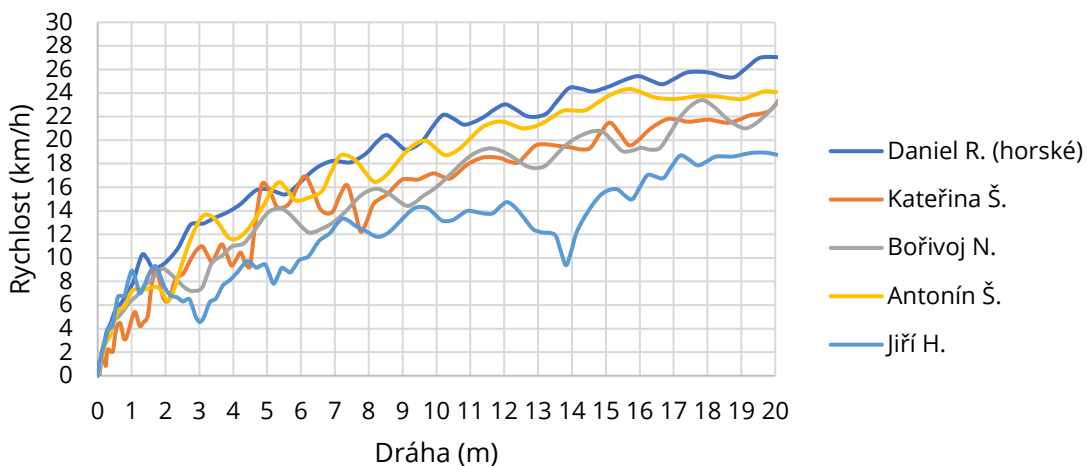
Závislost rychlosti na dráze 20 m- převod 2x6



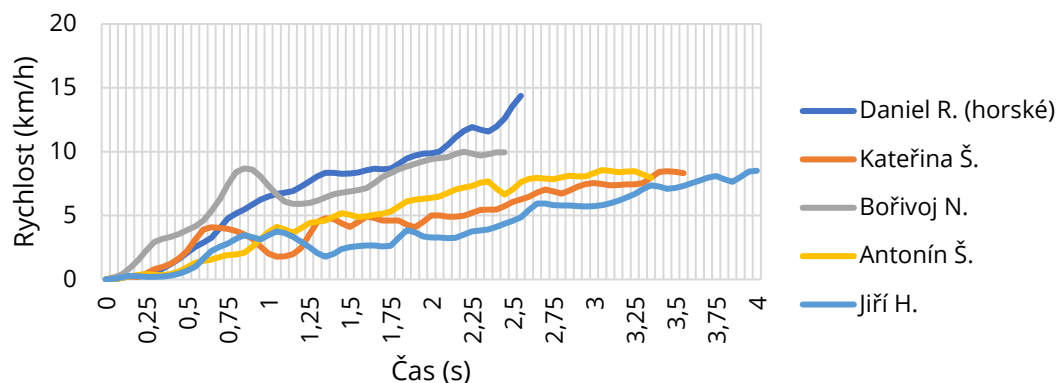
Závislost rychlosti na dráze 20 m- převod 3x2



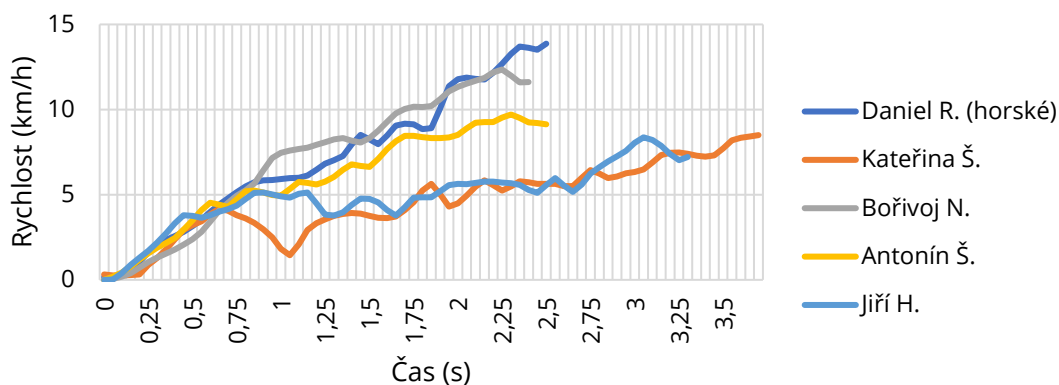
Závislost rychlosti na dráze 20 m- převod 3x4



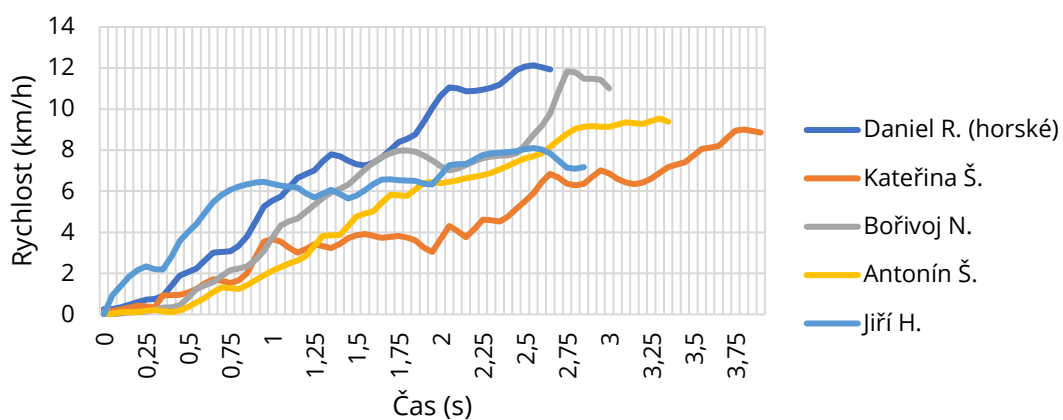
Závislost rychlosti na čase- oblouk o poloměru 3 m a délce 4,75 m, převod 2x3



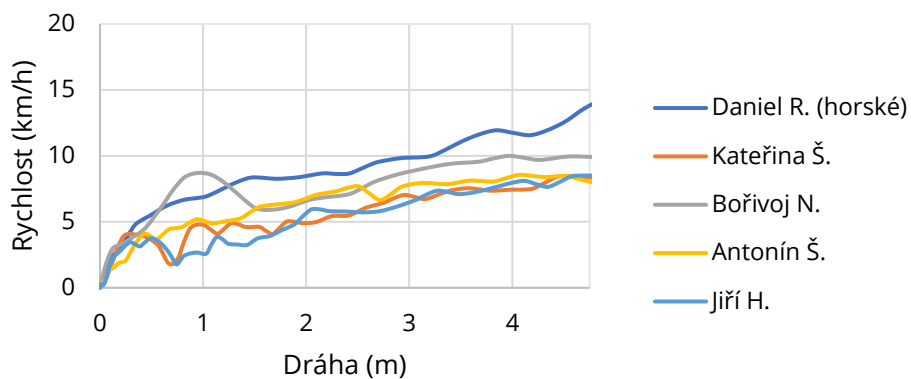
Závislost rychlosti na čase- oblouk o poloměru 3 m a délce 4,75 m, převod 3x2



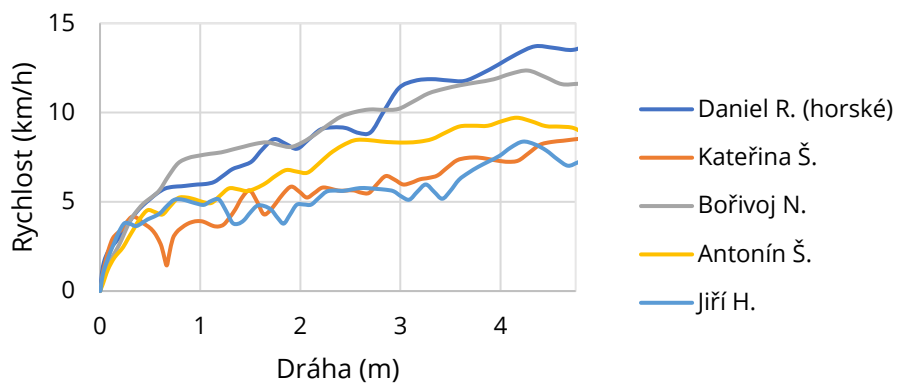
Závislost rychlosti na čase- oblouk o poloměru 3 m a délce 4,75 m, převod 3x4



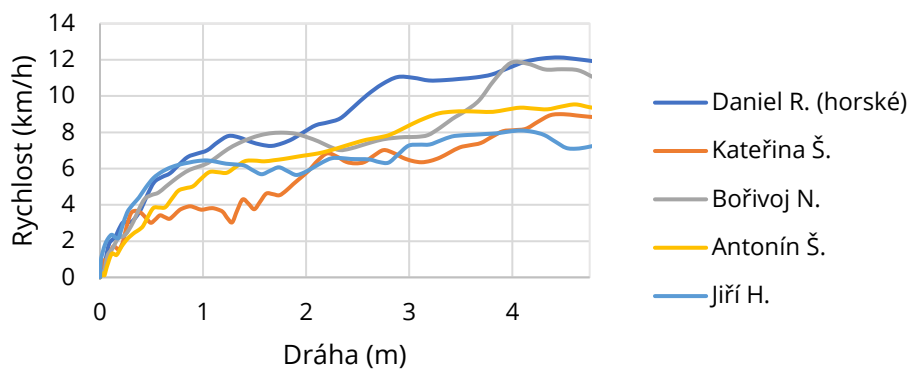
Závislost rychlosti na dráze- oblouk o poloměru 3 m a délce 4,75 m, převod 2x3



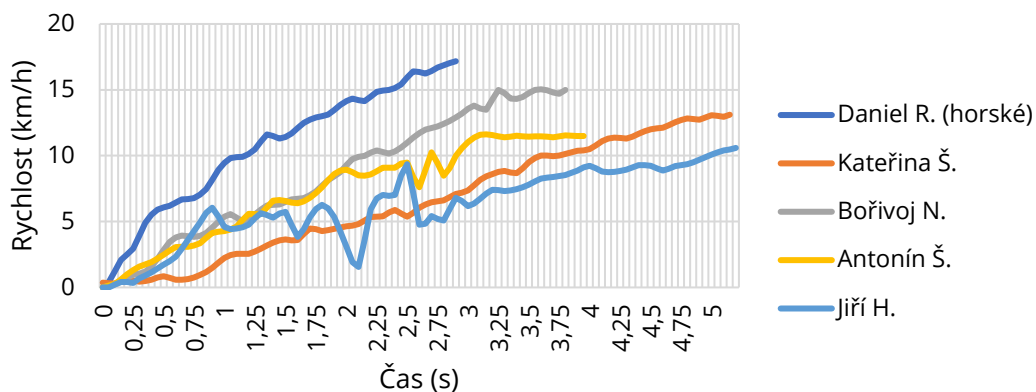
Závislost rychlosti na dráze- oblouk o poloměru 3 m a délce 4,75 m, převod 3x2



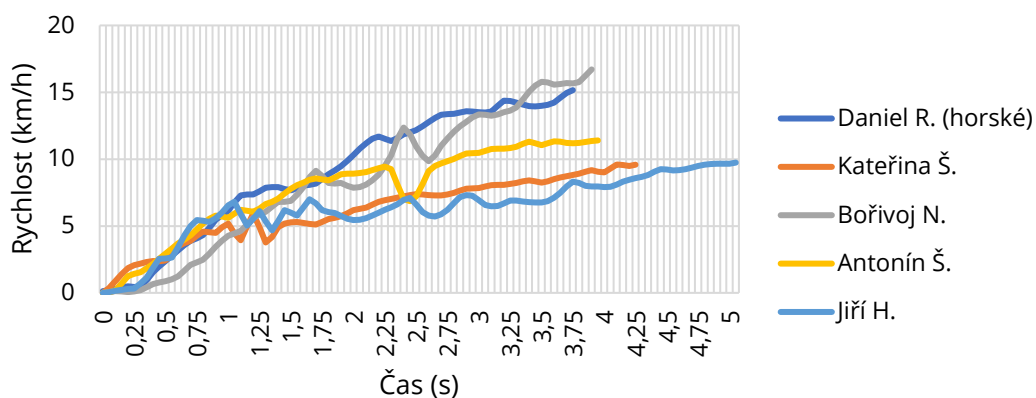
Závislost rychlosti na dráze- oblouk o poloměru 3 m a délce 4,75 m, převod 3x4



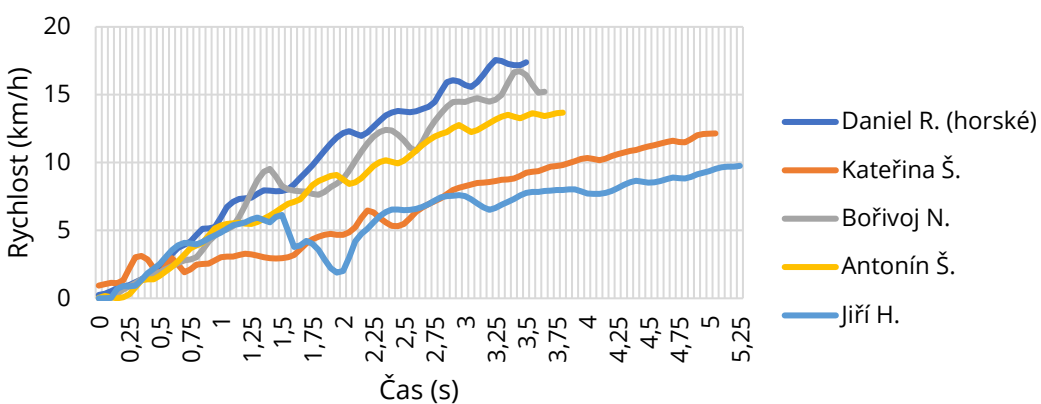
Závislost rychlosti na čase- oblouk o poloměru 6 m a délce 9,23 m, převod 2x3



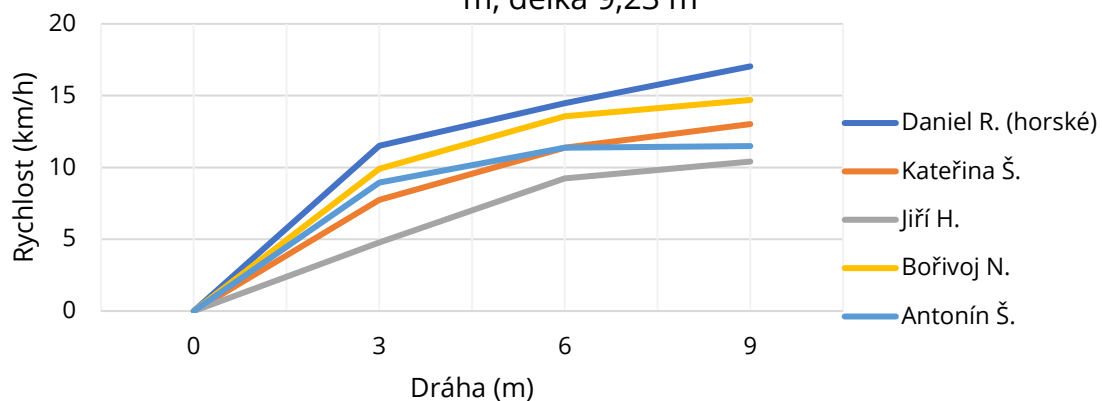
Závislost rychlosti na čase- oblouk o poloměru 6 m a délce 9,23 m, převod 2x6



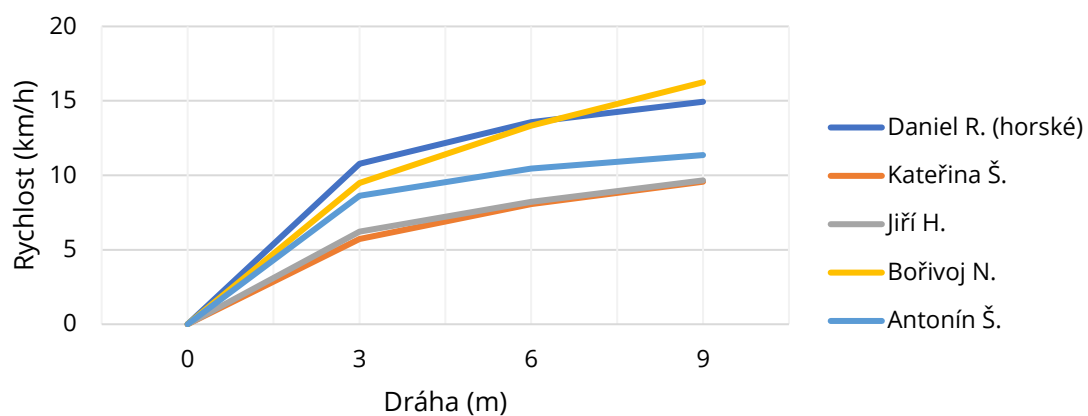
Závislost rychlosti na čase- oblouk o poloměru 6 m a délce 9,23 m, převod 3x4



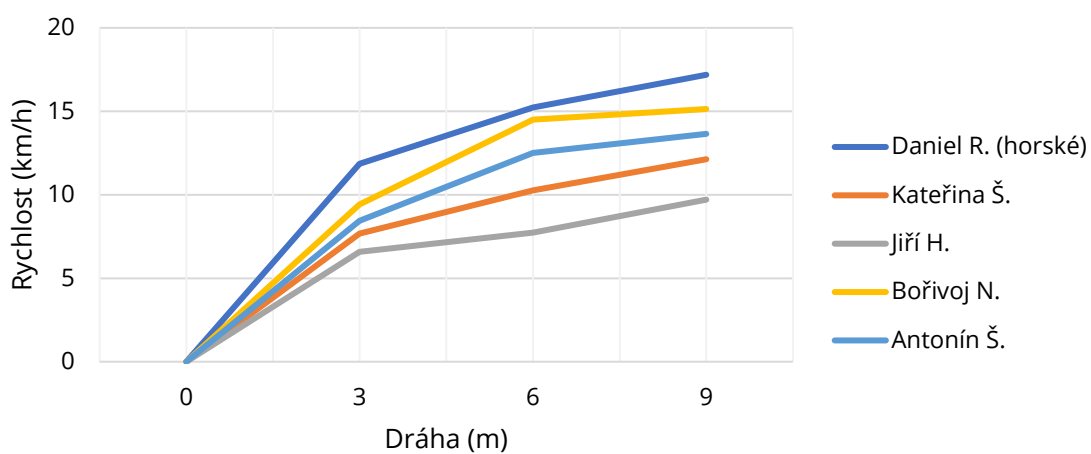
Závislost rychlosti na dráze- převod 2x3 poloměr oblouku 6 m, délka 9,23 m



Závislost rychlosti na dráze- převod 2x6, poloměr oblouku 6 m, délka 9,23 m



Závislost rychlosti na dráze- převod 3x2, poloměr oblouku 6 m, délka 9,23 m



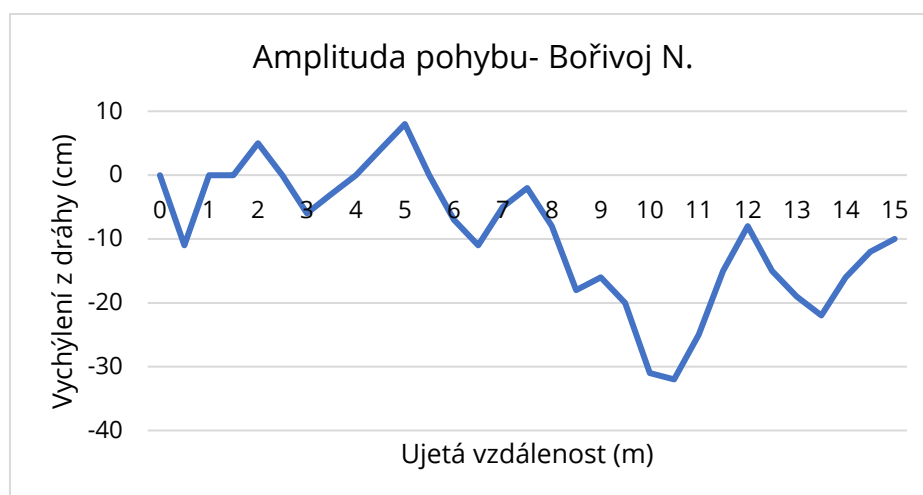
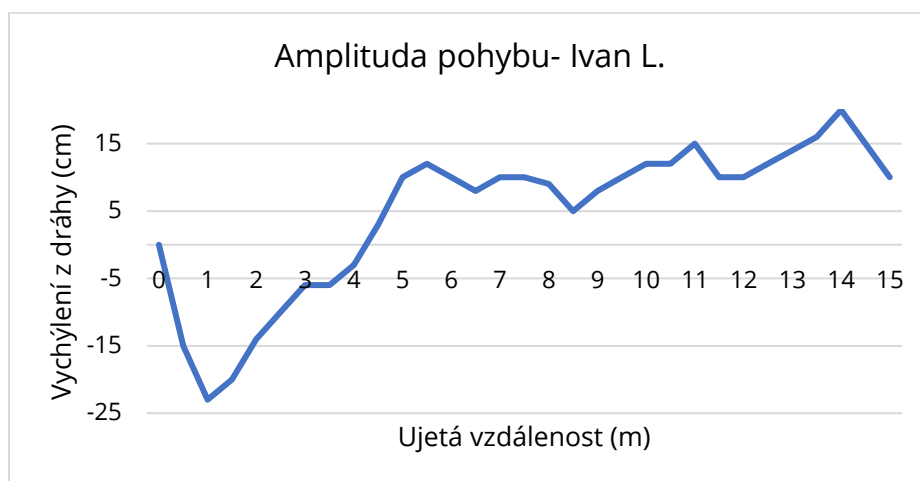
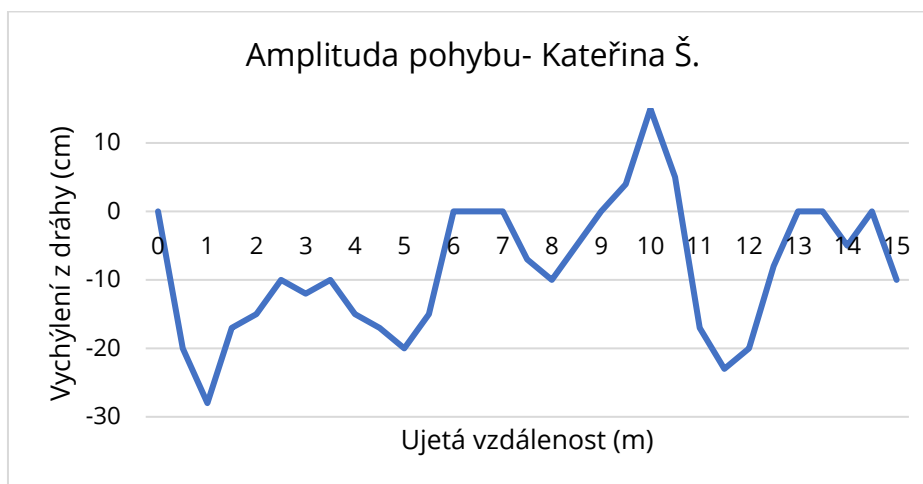
Příloha č. 5: Hodnoty příčného přemístění

Figurant	Nájezdová rychlost (km/h)	Skutečná rychlost (km/h)	Přemístění Y (m)	Dráha manévru (m)	Celkový čas manévru (s)	Čas přemístění celkem (s)	Příčné zrychlení a_y (m/s ²)
Kateřina Š.	10	9,04	0,5	1,40	0,77	1,17	1,46
	15	14,11	1,5	3,65	1,09	1,49	2,72
	20	21,63	2,5	5,85	1,39	1,79	3,12
Jiří H.	10	11,37	0,5	1,40	0,68	1,08	1,71
	15	16,14	1,5	3,65	1,02	1,42	2,98
	20	19,59	2,5	5,85	1,41	1,81	3,05
Ivan L.	10	11,9	0,5	1,40	0,58	0,98	2,08
	15	16,32	1,5	3,65	0,99	1,40	3,07
	20	22,12	2,5	5,85	1,22	1,62	3,81
Bořivoj N.	10	10,74	0,5	1,40	0,74	1,14	1,55
	15	13,78	1,5	3,65	1,11	1,51	2,63
	20	18,21	2,5	5,85	1,49	1,89	2,81
Antonín Š.	10	10,13	0,5	1,40	0,75	1,15	1,51
	15	15,84	1,5	3,65	1,04	1,44	2,89
	20	19,32	2,5	5,85	1,38	1,78	3,15
Daniel R. (horské)	10	11,73	0,5	1,40	0,59	0,99	2,04
	15	15,2	1,5	3,65	1,07	1,47	2,76
	20	19,01	2,5	5,85	1,44	1,84	2,97
Daniel R. (městské)	10	12,09	0,5	1,40	0,55	0,95	2,23
	15	14,32	1,5	3,65	1,08	1,48	2,75
	20	17,11	2,5	5,85	1,50	1,90	2,77

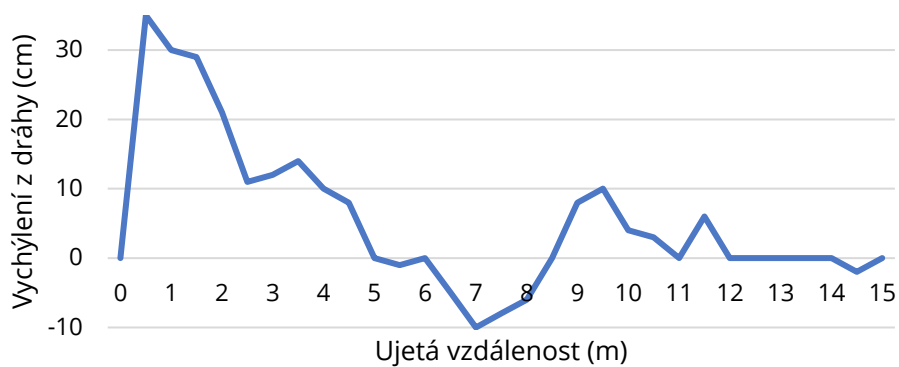
Příloha č. 6: Hodnoty zjištěné při měření maximální průjezdné rychlosti obloukem

Figurant	Poloměr oblouku (m)	Dráha oblouku (m)	Průměrná rychlost (km/h)	Čas manévru (s)
Kateřina Š.	3	4,75	12,54	1,40
	6	9,23	15,53	2,15
	9	13,73	19,51	2,55
Jiří H.	3	4,75	13,23	1,23
	6	9,23	15,84	2,06
	9	13,73	17,21	2,79
Ivan L.	3	4,75	10,67	1,65
	6	9,23	12,39	2,56
	9	13,73	12,62	3,65
Bořivoj N.	3	4,75	18,57	0,95
	6	9,23	20,8	1,65
	9	13,73	26,15	1,92
Antonín Š.	3	4,75	22,01	0,80
	6	9,23	21,74	1,50
	9	13,73	26,32	1,94
Daniel R. (horské)	3	4,75	17,43	1,11
	6	9,23	21,84	1,59
	9	13,73	26,29	1,94
Daniel R. (městské)	3	4,75	14,95	1,15
	6	9,23	20,99	1,60
	9	13,73	24,77	2,00

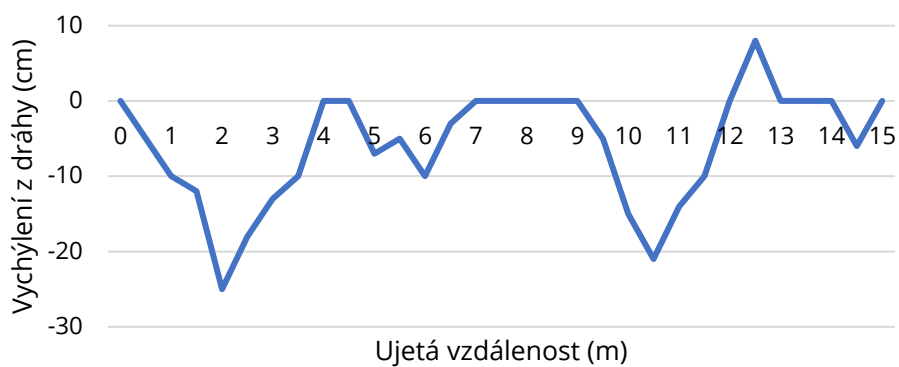
Příloha č. 7: Amplituda pohybu při jízdě do kopce



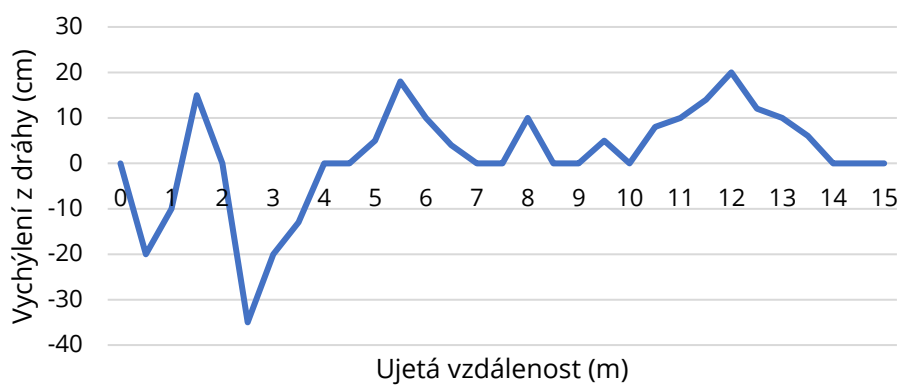
Amplituda pohybu- Antonín Š.



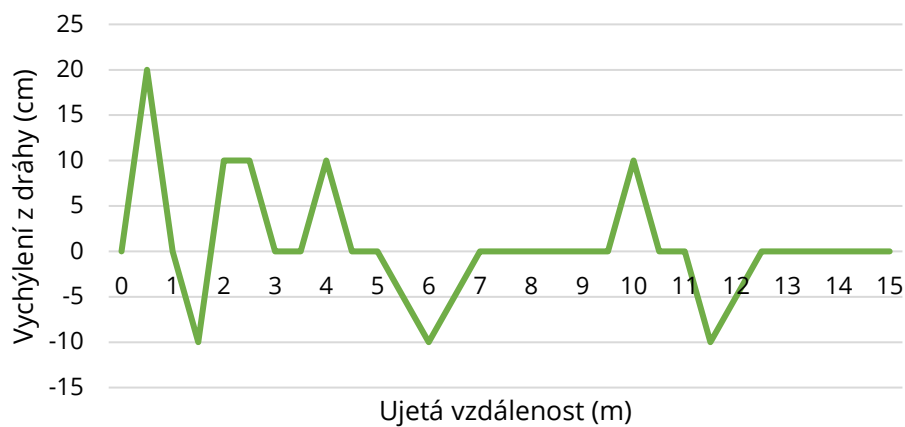
Amplituda pohybu- Daniel R. (horské)



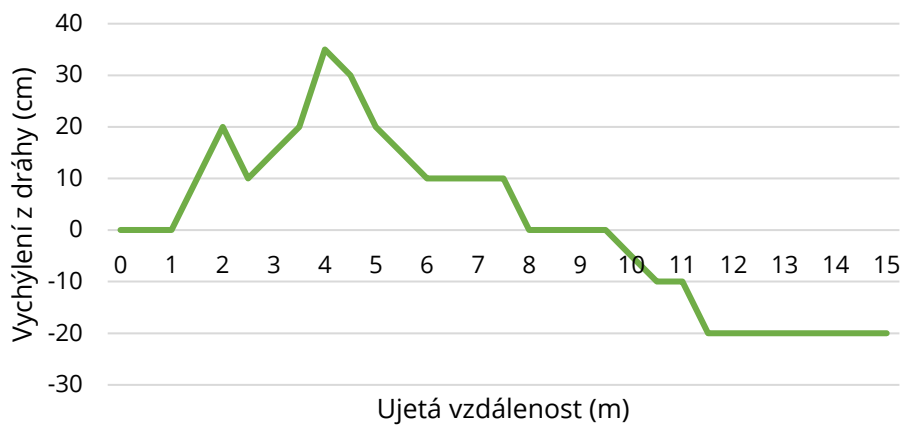
Amplituda pohybu- Daniel R. (městské)



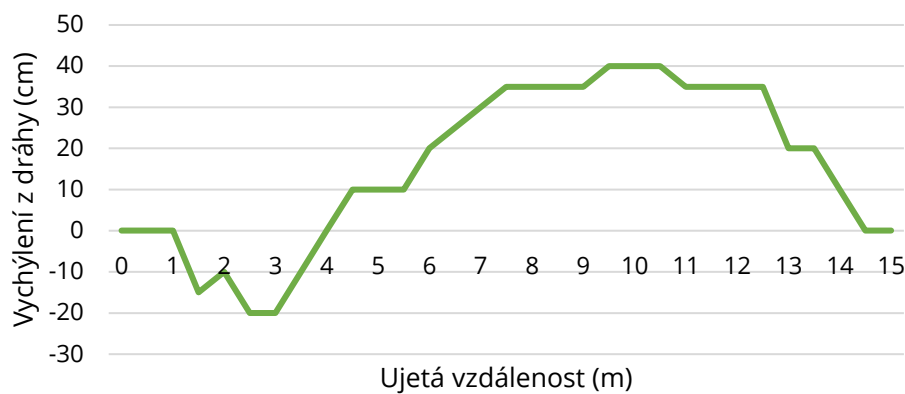
Amplituda pohybu při zrychlení- Kateřina Š.



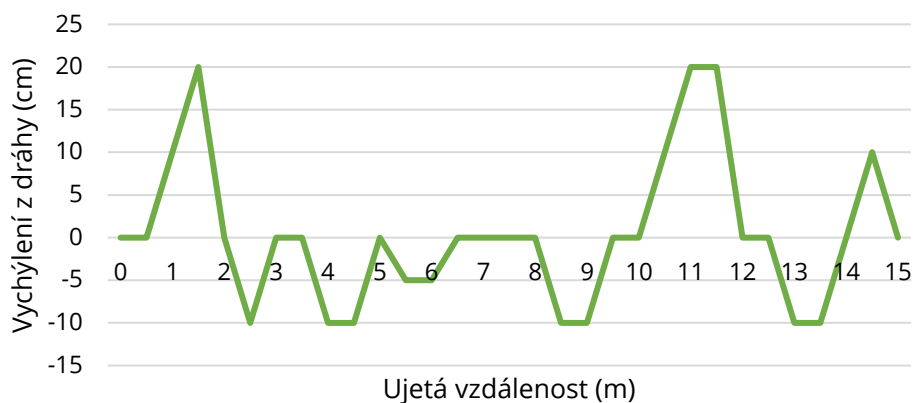
Amplituda pohybu při zrychlení- Ivan L.



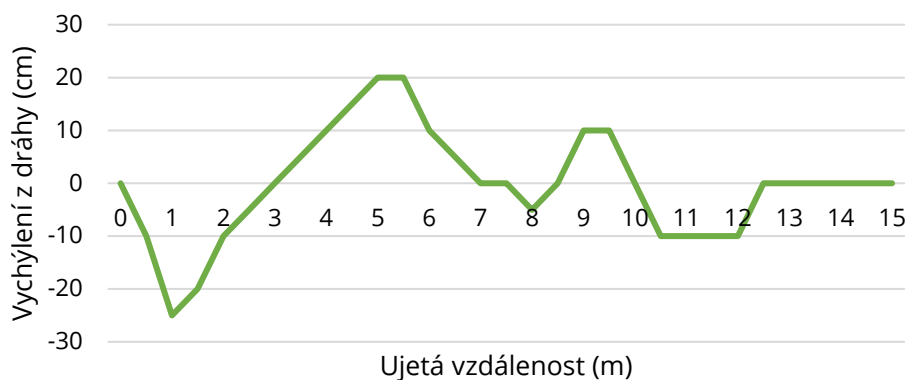
Amplituda pohybu při zrychlení- Bořivoj N.



Amplituda pohybu při zrychlení- Antonín Š.



Amplituda pohybu při zrychlení- Daniel R. (horské)



Amplituda pohybu při zrychlení- Daniel R.
(městské)

